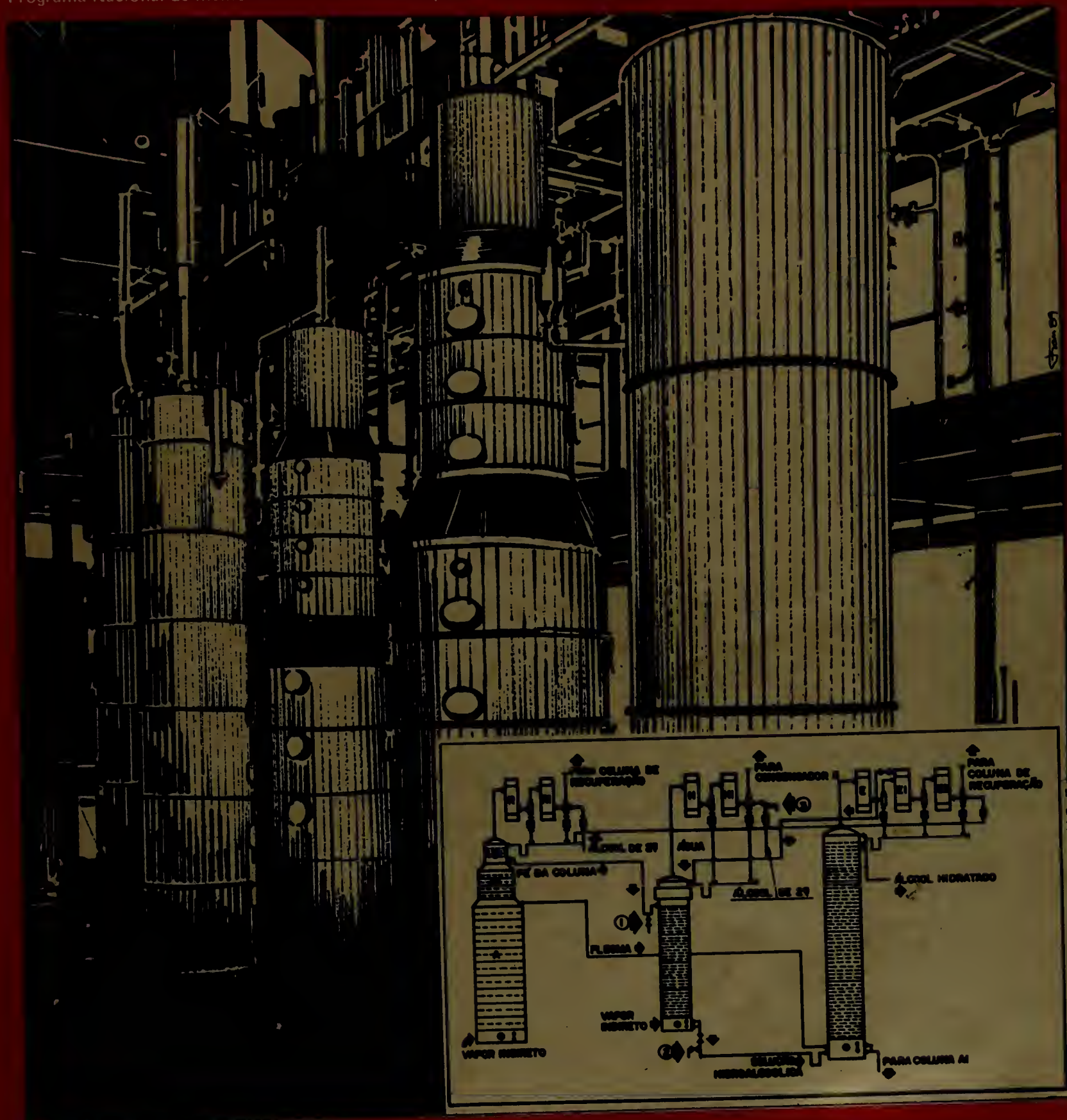
BRASIL AÇUCAREIRO

ANO LVI VOL. 106
Nºs 5 e 6
1988

Órgão oficial de divulgação do Instituto do Açúcar e do Álcool
Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar

IAA / planalsucar

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO
Roberto Cardoso Alves
INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL
Araripe Serpa

CONSELHO DELIBERATIVO

Representante do Ministério da Indústria e do Comércio: Araripe Serpa
Representante do Banco do Brasil:
Representante do Ministério do Interior: Lysia Maria Cavalcanti Bernardes
Representante do Ministério da Fazenda: Maria Tatiana da Gama Barandier
Representante do Ministério dos Transportes: Juarez Marques Pimentel
Representante do Ministério do Trabalho: Marcelo Fábio Vieira Gomes
Representante do Ministério da Agricultura: Emmanuel de Sá Roriz Junior
Representante do Ministério das Relações Exteriores: Valdemar Carneiro Leão
Representante do Ministério das Minas e Energia: José Edenizar Tavares de Almeida
Representante da Secretaria do Planejamento: Ricardo Pereira Soares
Representante dos Usineiros do Centro-Sul: Arrigo Domingos Falcone
Representante dos Usineiros do Norte-Nordeste: Mário Pinto de Campos
Representante dos Fornecedores do Centro-Sul: Herminio Jacon
Representante dos Fornecedores do Norte-Nordeste: Francisco Alberto Moreira Falcão
Representante da Confederação Nacional da Agricultura: José Pessoa da Silva
Suplentes: Oswaldo Cavour Pereira de Almeida Filho, Carlos Faccioli,
Adérito Guedes da Cruz, Ademar Lopes Campião, Haroldo Teixeira Valladão Filho,
Luiz Custódio Cotta Martins, Olival Tenório Costa, Antonio Carlos Barboza,
Otávio de Carvalho Fremo, José Antonio de Carvalho Correia Lima, Ágide Meneguette

SUPERINTENDÊNCIAS REGIONAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO
Rua Formosa, 367 - 21º andar - São Paulo -
Fone: (011) 222-0611
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PERNAMBUCO
Av. Dantas Barreto, 324 - 8º andar - Recife -
Fone: (081) 224-1899
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE ALAGOAS
Rua Senador Mendonça, 148 - Maceió - Fone: (082) 221-2022
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RIO DE JANEIRO
Pça. São Salvador, 62 - Campos - Fone: (0247) 22-3355
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MINAS GERAIS
Av. Afonso Pena, 867 - 9º andar - Belo Horizonte -
Fone: (031) 201-7055

ESCRITÓRIOS DE REPRESENTAÇÃO

BRASÍLIA
Edifício JK - Conjunto 701-704 - Fone: (061) 224-7066
CURITIBA
Rua Voluntários da Pátria, 475 - 20º andar -
Fone: (0412) 22-8408
NATAL
Av. Duque de Caxias, 158 - Ribeira - Fone: (084) 222-2796
JOÃO PESSOA
Rua General Osório - Fone: (083) 221-4612
ARACAJU
Pça. General Valadão - Gal. Hotel Palace - Fone: (079) 222-6966
SALVADOR
Av Estados Unidos, 340 - 10º andar - Fone: (071) 242-0026

PLANALSUCAR (PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR)

SUPERINTENDÊNCIA GERAL
Rua João Pedro Corrêa, 115 - Stª Terezinha
PABX (0194) 33-5077 - CP 88 - Telex: 019/1281 -
CEP 13400 - Piracicaba - SP

COSUL — COORDENADORIA REGIONAL SUL
Via Anhangüera, km 174 - PABX (0195) 41-4711 - CP 153
Telex: 019/1872 - CEP 13600 - Araras - SP

COONE — COORDENADORIA REGIONAL NORDESTE
BR 104, km 85 - PABX (082) 261-1366 - CP 344
Telex: 082/1101 - CEP 57000 - Maceió - AL

CONOR — COORDENADORIA REGIONAL NORTE
Rua Presidente Juscelino Kubistchek, s/nº
PABX (081) 621-0444 - CP 1888 - Telex: 081/1622
CEP 55810 - Carpina - PE

COEST — COORDENADORIA REGIONAL LESTE
Estrada Campos-Goitacazes, s/nº - PABX (0247) 22-5505
CP 355 - Telex: 021/30558 - CEP 28100 - Campos - RJ

COCEN — COORDENADORIA REGIONAL CENTRO
Rodovia Ponte Nova-Oratórios, km 12 - PABX (031) 881-1521 e
881-1098 - CP 342 - CEP 35430 - Ponte Nova - MG

BRASIL AÇUCAREIRO

Órgão oficial de divulgação do Instituto do Açúcar e do Álcool – IAA, Ministério da Indústria e do Comércio – MIC.
Departamento de Informática – Divisão de Informações.
Departamento de Assistência à Produção – PLANALSUCAR.

Largo do Paço (antiga Praça XV de Novembro)
nº 42 – CP 420 –
CEP 20010 – Rio de Janeiro – RJ –
PABX: (021) 296-0112 – 224-8577
Rua João Pedro Corrêa, 115 – Stª Terezinha –
CP 88 – CEP 13400 – Piracicaba - SP –
PABX: (0194) 33-5077

Diretores: Luiz Rafael Gonçalves Giordano e Donaldo Ferreira de Moraes.
Editores: Deptº de Informática - Sylvio Pélico Filho (Reg. 10612), Planalsucar - Humberto Pitoli (Reg. 14.012/83).
Secretário de Redação: Ricardo B. Borges.
Conselho Editorial: Luiz Rafael Gonçalves Giordano (Presidente), Ana Maria dos S. Rosa, Antonio Carlos Garcez Pereira Júnior, Antonio Claudio Lombardi, Eliane de Souza Fontes, Elisabete Serodio, Francisco Andrade Souza Netto, Humberto Pitoli, José Geanini Peres, Maria Nazareth Pinho de Assis, Mário Teixeira Filho, Ricardo Baptista Borges, Sylvio Pélico Filho, Ubirajara Mattos de Siqueira.
Expediente: Célia Maria de Almeida, Luiz Casado Moreira Lima.
Copidesagem: Paulo Roberto de Andrade.
Composição: Yasko Onishi.
Paste-up, Ilustrações e Arte-final: Janete Inês Grossi Teixeira da Silva.
Responsável pela Produção Gráfica: Fernando Ferreira de Almeida.

Serviços de Editoração e Produção Gráfica realizados pela Divisão de Difusão de Tecnologia da Superintendência Geral do PLANALSUCAR, em Piracicaba - SP.

"BRASIL AÇUCAREIRO" é uma publicação bimestral destinada à comunidade técnico-científica do setor agroindustrial canavieiro.
Os conceitos emitidos podem, em quaisquer circunstâncias, ser contestados, desde que através de carta específica destinada aos diretores da publicação no Rio de Janeiro - RJ ou em Piracicaba - SP.

Preço da assinatura anual: 2 OTN's
Exterior: US$ 60.

Registrada sob o nº 7.626, em 17 de outubro de 1934, no 3º Ofício de Títulos e Documentos na cidade do Rio de Janeiro, Brasil.

Pede-se permuta.
On demande l'échange.
Exchange is requested.
Piedese permuta.
Si richiede lo scambio.
Man bittet um Austausch.

ÍNDICE

MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE UMA USINA DE AÇÚCAR

*Caetano BRUGNARO
**Carlos Eduardo HEISE
***Fernando Cúri PERES
****Ofélia de Fátima GIL

RESUMO

O presente trabalho objetiva apresentar e discutir um modelo de maximização da produção de uma usina de açúcar e álcool, usando recursos de Programação Linear. Pretende-se, com isso, dar início à discussão de um procedimento que pode vir a tornar-se mais um instrumento auxiliar de planejamento aos gerentes de usinas e destilarias de álcool em suas tomadas de decisão.
O modelo matemático contempla a maximização da produção total, medida em unidades de álcool absoluto equivalente, sujeita a uma série de restrições, como cana disponível — própria e de fornecedores -- capacidades de corte de cana própria, de moagem e de fabricação de açúcar, cota de açúcar e outras.
Utilizaram-se dados coletados junto à Usina Jatiboca, localizada em Urucânia, MG, referentes às últimas safras, com base nos quais ajustaram-se funções que procuram estimar, ao longo do período de safra, o comportamento da cana-de-açúcar, em relação à sua riqueza, e da usina, em relação ao aproveitamento do tempo total disponível para moagem e para destilação.
A solução obtida permitiu elaborar o plano de safra básico da usina para a safra 1988/89, bem como uma análise de seus componentes principais. Em seguida, procurou-se estimar as alterações na produção decorrentes de modificações em algumas restrições, como aumento da capacidade de corte, liberação da produção de açúcar ou álcool anidro no início da safra e liberação do nível mínimo de moagem. Para cada solução alternativa encontrada, apresentam-se breves comentários sobre sua magnitude e significado.

INTRODUÇÃO

A maioria das unidades agroindustriais que se dedica ao processamento de cana-de-açúcar para produção de açúcar e álcool defronta-se com uma série de problemas, alguns deles comuns à maioria das explorações agrícolas e, outros, bastante específicos. Têm, por outro lado, poucas vantagens, como, por exemplo, a tolerância relativa da cana a inclemências climáticas e o fato de as empresas se constituírem em um setor relativamente bem organizado (BRUGNARO & SBRAGIA)[1].

Um dos assuntos que mais tem ocupado os que se dedicam à pesquisa — nos campos agronômico, industrial e de gerência - é como extrair o máximo das características fisiológicas da planta usada como matéria-prima.

A cana-de-açúcar é considerada planta semiperene, por permitir diversas colheitas, em anos seguidos, a partir de um mesmo plantio. Entretanto, o elemento alvo na composição da cana, seu teor de açúcares, é variável durante o ano, em função, principalmente, da variedade, estado nutricional e estágio vegetativo da planta.

Definindo o foco de atenção na Região Centro-Sul do Brasil, pode-se resumir o comportamento fisiológico da cana da seguinte maneira: no período usualmente mais chuvoso, quente e com maior luminosidade, estimula-se a atividade vegetativa, em detrimento da riqueza da cana; à medida que os dias vão ficando mais curtos e mais frios, começa a se intensificar a concentração de açúcares por unidade de peso viso.

* Engº agrº, pesquisador do PLANALSUCAR.
** Engº agrº, MS, consultor técnico diretor da SUCRAL.
*** Engº agrº, DR, professor do Departamento de Economia e Sociologia Rural, ESALQ/USP.
****Engª agrª, MS, pesquisadora do CENEA.

A riqueza da cana – seu teor de açúcares recuperáveis – caracteriza-se por ir crescendo à medida que declina a atividade vegetativa, atingindo um máximo e depois voltando a cair. Um sem número de estudos mostra que a curva que representa a riqueza da cana no período compreendido entre abril e dezembro – que interessa em termos de época de safra, para a Região Centro-Sul – assemelha-se bastante a um segmento de parábola, com o valor do ponto máximo, bem como a declividade da curva na sua vizinhança, dependendo em grande parte da variedade cultivada, mas quase nunca escapando de junho-setembro o período teoricamente mais favorável à colheita. Estaria tudo resolvido se o problema se resumisse a esse aspecto. Entretanto, há que se considerar uma série de outros fatores, como, por exemplo, capacidade instalada de moagem e processamento, necessidade de não aumentar investimentos em fatores de uso específico em curtos períodos do ano e as políticas da empresa com relação a pessoal e fornecedores de cana.

Visto do lado da empresa agroindustrial, o problema poderia ser reduzido à sua forma banal: como tirar a maior vantagem?

Essa introdução tenta mostrar as implicações importantes que essas características têm para usinas de açúcar, destilarias de álcool e, também, para fornecedores autônomos de matéria-prima. Interessa colher a cana num período em que esteja com alto teor de açúcares, o que permite maior rendimento industrial e menores transtornos – devido à época em que ocorrem – nas operações de corte, carregamento e transporte, além de menores custos por unidade de açúcar transportado na matéria-prima.

Pretende-se, nesse exercício, iniciar-se uma breve discussão sobre o tema, utilizando-se um recurso de há muito conhecido de outros ramos de atividade: a pesquisa operacional, com uso de programação linear, como instrumento auxiliar de tomada de decisão.

ESTUDO DE CASO

Embora repetitivo, diga-se que o objetivo de tentar aproveitar-se ao máximo as características fisiológicas da cana-de-açúcar – respeitada uma série de outras condições – vem ocupando boa parte das preocupações gerenciais de usinas e destilarias. Tome-se como exemplo a Usina Jatiboca, localizada no município de Urucânia, na Zona da Mata de Minas Gerais.

Há algum tempo, sua direção vem procurando estudar formas de racionalizar o aproveitamento da cana no seu melhor período de industrialização, e esse fato motivou o trabalho ora apresentado.

Alguns dados para se entender o problema:

a) Unidade industrial fundada há mais de sessenta anos e que já passou por diversas remodelagens, daí advindo alguns desequilíbrios entre os diversos segmentos da indústria;
b) Localização em área bastante acidentada e dependente, por falta de opções, de praticamente uma única variedade (CB45-3), cujas características são bastante conhecidas no meio canavieiro;
c) Dependência de cana de fornecedores (mais de 50%), que têm outras atividades agrícolas, principalmente culturas anuais, para as quais se voltam no início da safra de cana (até meados de junho) e no seu final (outubro em diante);
d) Limitação da capacidade de corte de cana própria, embora sem limitação aparente de carregamento mecânico e de transporte; parte significativa do carregamento é manual, devido às condições desfavoráveis do terreno;
e) Necessidade de submeter-se, como todas as suas congêneres, à política oficial de produção de açúcar e álcool.

Presume-se que a redução do período de safra, respeitadas certas condições, propicie maior eficiência industrial, isto é, que aumente a produção para um dado volume de matéria-prima.

MODELO ADOTADO

Como mencionado na introdução, pretende-se apenas iniciar a discussão do tema. Dessa forma, decidiu-se encarar o problema como sendo de maximização da produção, deixando de lado, por ora, os aspectos econômicos e sociais, e contemplando, numa primeira fase, apenas a unidade industrial, em que pese a complexidade do segmento agrícola da unidade em análise.

Definiu-se como objetivo: maximizar a produção da Usina Jatiboca, medida em unidades de álcool absoluto equivalente (isto é, toda a produção de açúcar, de álcool anidro e de álcool hidratado será computada pelo seu equivalente em volume de álcool a 100%), dadas as seguintes condições principais:

(1) Produção prevista de cana própria: 312 mil t;
(2) Produção prevista de cana de fornecedores: 342 mil t;
(3) Capacidade de corte de cana própria: 13.100 t semanais;
(4) Capacidade máxima de moagem a 100% do tempo: 6.500 t/dia;
(5) Exceto nos períodos de início e fim de safra, moagem mínima de 5.500 toneladas de cana a cada 24 horas de funcionamento da usina;
(6) Processamento de açúcar: máximo de 403 toneladas diárias de sacarose;
(7) Intenção de fabricação de açúcar: 30 mil t, na safra, com produção regular de 2.500 toneladas mensais;
(8) Capacidade estática pretendida de estocagem de álcool anidro: 2.500 metros cúbicos;

(9) Capacidade de fabricação de álcool: (a) 260 mil litros diários de álcool hidratado, ou (b) 160 mil litros/dia de anidro e 50 mil litros/dia de hidratado; quando em operação, deseja-se que a destilaria funcione a plena carga;

(10) Retirada regular do álcool anidro produzido (teoricamente, 1/12 da produção por mês);

(11) Cota mínima de álcool anidro: 4.500 metros cúbicos;

Ao lado desses aspectos, é necessário considerar que, do tempo total disponível (24 horas/dia), uma parcela variável é perdida, tanto na moagem como na destilaria, com paradas obrigatórias (principalmente para manutenção) ou imprevistas (quebra, falta de cana etc.).

Parece razoável tentar obter uma solução aproximada para o problema usando um modelo de programação linear. Advirta-se que apenas se procurará registrar aspectos julgados relevantes, além de manter alguns dados à discrição.

Modelou-se o problema tomando-se uma semana como unidade de tempo, a partir da primeira semana de maio, durante 27 semanas, isto é, mais ou menos até a primeira semana de novembro.

Para maiores detalhes sobre modelos de Programação Linear, ver, por exemplo, LANZER[2].

INFORMAÇÕES ESPERADAS

Pretende-se, com base nos resultados das soluções matemáticas do problema (lembrando: maximizar a produção, medida em unidades de álcool absoluto equivalente, sem considerar aspectos financeiros), ter condições de elaborar o plano de safra básico, capaz de orientar o dimensionamento de recursos humanos e materiais, de forma a se visualizar:

a) Período ideal de safra, deduzido pela exclusão das semanas com quantidades nulas de cana moída;
b) Indicações para o programa agrícola de corte de cana própria e de recebimento de cana de fornecedores;
c) Elementos para estimar a necessidade de suplementação de comburente na caldeira (lenha) para satisfazer o balanço térmico, dados esses a serem extraídos do nível de moagem e de fabricação encontrados na solução; esse objetivo não foi incluído no escopo do problema, merecendo, talvez, estudo paralelo pela empresa;
d) Época(s) adequada(s) para fabricação de álcool anidro, com o intuito de cumprir uma produção mínima preestabelecida;
e) Eventual tendência de concentrar a produção de açúcar em determinado período (visto que seu rendimento físico relativo é menor que o do álcool), sem desatender a necessidade de produção regularmente distribuída;
f) Produção estimada de álcool hidratado (dado que as produções de açúcar e de álcool anidro serão prefixadas).

Ciente de que soluções matemáticas são, muitas vezes, insensíveis a aspectos práticos, pretende-se obtê-las sob condições variadas de tipos e níveis de restrições, conforme resumido a seguir.

PROCEDIMENTO ADOTADO

Os dados básicos foram levantados diretamente junto à Usina Jatiboca. Levou-se em consideração que:

a) A riqueza da cana (medida pela sua PCC: pol % cana corrigida) é variável durante a safra, e que a cana de fornecedores pode apresentar, na mesma semana, riqueza diferente da cana própria;
b) Os tempos aproveitados de moagem e de destilação são variáveis durante a safra.

Tanto para riqueza da cana como para tempos aproveitados, estimaram-se, por procedimentos estatísticos usuais, curvas que procuram representar aquelas variáveis ao longo das 27 semanas consideradas como período máximo de safra.

Representando por t o número de dias decorridos a contar de primeiro de maio, e por s o número da semana, obtiveram-se as seguintes estimativas:

Cana própria: $PCC = 11,1215 + 0,0459\ t - 0,0002\ t^2$

Cana fornecedores: $PCC = 11,0233 + 0,0525\ t - 0,0002\ t^2$

Tempo aproveit. moagem: $TAM = 59,3289 + 3,3721\ s - 0,1375\ s^2$

Tempo aproveit. destil.: $TAD = 57,6487 + 4,8429\ s - 0,1790\ s^2$

Essas funções foram utilizadas para estimar:

a) PCC: coeficientes da função objetivo de cana moída para açúcar, coeficientes das restrições de fabricação, de cota de açúcar e de balanço de ART (açúcares redutores totais);
b) TAM: limites ("RHS: right hand side", no jargão de programação linear) de moagem máxima e de fabricação de açúcar;
c) TAD: coeficientes da função objetivo e "RHS" de fabricação de álcool (anidro e hidratado).

De posse desses dados, o problema foi submetido à solução em programa para microcomputador, diante de diversas situações, cada uma delas podendo ser considerada um modelo alternativo de produção:

(1) Condições iniciais (v. item "Modelo Adotado");
(2) Deixando livre a produção de álcool anidro nas primeiras quatro semanas do período básico (correspondentes, aproximadamente, ao mês de maio);
(3) Deixando livre a produção de açúcar no mesmo período do item anterior;
(4) Relaxando a restrição de corte de cana própria para 14 mil toneladas semanais e deixando livres, nas quatro primeiras semanas, as produções de açúcar e álcool anidro;

(5) Mantida a restrição de corte (13,1 mil toneladas por semana), deixando livres, nas quatro semanas iniciais, as produções de álcool anidro e de açúcar, e sem a preocupação de observar um nível mínimo de moagem durante toda a safra.

RESULTADOS

Seria extremamente maçante descrever, ponto por ponto, todas as soluções encontradas. Decidiu-se, dessa forma, oferecer à direção da Usina Jatiboca uma análise da solução básica e comentários sobre os resultados das alterações testadas, comparando-os, sempre que possível, com a solução inicial. Ressalte-se que muitas das alternativas não se constituem em "novidade", pois já vêm sendo testadas pela empresa. Em face das condições estabelecidas, o plano de safra básico seria o apresentado na Tabela I (semana n.1: primeira de maio).

À primeira vista, despertam atenção alguns aspectos:

a) A safra deve iniciar-se, idealmente, em meados de maio, respeitado o comportamento médio da cana, em relação à sua riqueza, e da usina, em relação ao aproveitamento do tempo;

b) A capacidade de corte de cana própria deve ser utilizada em seu limite, durante, praticamente, toda a safra; a cana própria deve iniciar, mas não encerrar a safra; a cana de fornecedores deve entrar no processo, "a todo vapor", a partir de junho; essas recomendações deverão ser adaptadas às condições da empresa (diminuição da participação de fornecedores a partir de outubro);

c) A produção de álcool anidro será intermitente, ao contrário do pretendido pela empresa, de concentrar essa atividade em dois ou três períodos da safra; notar que a capacidade estática de armazenamento de anidro é subutilizada em toda a safra;

d) Necessidade de entrega de duas parcelas consecutivas de álcool anidro (semanas 18 e 19), o que depende da ação de órgãos governamentais e não de decisão isolada da empresa;

e) Curiosamente, a solução encontrada preconiza a paralisação da fabricação de açúcar nas semanas 8 e 21, o que pode ser atribuído à "precisão matemática" da solução.

A produção total, medida em álcool absoluto equivalente, está estimada em 49,9 milhões de litros, na forma

Tabela 1. Plano de safra básico da Usina Jatiboca, 1988/89.

Sem.	Cana (mil t) Próp.	Forn.	Total	Anidro (m^3) Produz.	Entregue	Estoc.	Hidrat. (m^3)	Açúcar (t)
1	–	–	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	–	–
3	10.7	–	10.7	173	173	–	56	885
4	13.1	6.0	19.1	314	307	7	101	1.615
5	13.1	14.9	28.0	–	–	7	1.408	1.130
6	13.1	15.6	28.7	128	–	135	1.293	1.390
7	13.1	16.2	29.3	165	–	300	1.290	1.472
8	13.1	16.7	29.8	–	–	300	1.546	–
9	13.1	17.1	30.2	965	480	785	310	1.886
10	13.1	17.4	30.5	–	–	785	1.605	1.573
11	13.1	17.6	30.7	215	–	1.000	1.341	1.696
12	13.1	17.7	30.8	217	480	736	1.353	1.723
13	13.1	17.7	30.8	–	–	736	1.645	1.657
14	13.1	17.5	30.6	–	–	736	1.645	1.399
15	13.1	17.3	30.4	1.001	–	1.737	322	2.046
16	13.1	17.0	30.1		–	1.737	1.625	1.255
17	13.1	16.5	29.6	–	–	1.737	1.606	1.256
18	13.1	16.0	29.1		480	1.257	1.580	1.254
19	13.1	15.3	28.4	39	480	817	1.496	1.557
20	13.1	14.5	27.6	922	–	1.739	297	1.842
21	13.1	13.7	26.8	–	–	1.739	1.463	–
22	13.1	12.7	25.8	–	–	1.739	1.412	1.272
23	13.1	11.6	24.7	–	–	1.739	1.353	1.158
24	13.1	10.4	23.5	–	480	1.259	1.288	1.033
25	13.1	9.1	22.2	–	–	1.259	1.217	898
26	13.1	7.7	20.8	–	–	1.259	1.139	–
27	–	5.7	5.7	361	–	1.620	116	–
Total	312	342	654	4.500	2.880		28.507	30.000

de 30.000 toneladas de açúcar, 4.500 metros cúbicos de álcool anidro e 28,5 mil metros cúbicos de álcool hidratado.

Parece interessante anotar alguns intervalos dos limites das restrições em que a solução ainda seria ótima, conforme Tabela II.

(5) A obrigação, imposta ao modelo, de produzir 2.500 toneladas de açúcar já nas primeiras quatro semanas, representa um ônus de 874 litros de álcool absoluto equivalente por tonelada de açúcar produzido no período; essa observação vale, no entanto, para uma redução máxima de 34 toneladas de açúcar, correspondentes, aproximadamente, a 30 metros cúbicos de álcool a mais na produção global.

Tabela II. Intervalo de alguns limites do "RHS".

Restrição*	Valor estabel.	Limite inferior	Limite superior
Cana própria (mil t)	312	307.5	312.6
Cana fornec. (mil t)	342	336.3	342.6
Cap. corte (mil t/sem)**	13.1	11.3 ± 0.9	16.2 ± 1.4
Cota açúcar (t)	30.000	28.601	30.266
Anidro total (m^3)	4.500	4.461	5.261

* Desde que efetiva ("binding").
**Média aritmética e desvio-padrão, menos sem. 1 a 3 e 27.

Os dados da Tabela II parecem indicar que a restrição de corte de cana própria deveria ser testada em níveis mais altos, o que se fez na solução nº 4 apresentada mais adiante. As restrições referentes a volumes estimados de matéria-prima e à cota de açúcar revelaram intervalos bastante estreitos, motivo pelo qual não houve a preocupação de submetê-las a soluções alternativas.

Feitas essas observações, procurou-se centrar a atenção em restrições que, no julgamento dos autores, seriam de particular interesse para a direção da empresa. A análise, calcada quase sempre no conceito de preço-sombra (no caso, o "preço" é representado por quantidades – m^3 – de álcool absoluto equivalente), permite observar:

(1) A ampliação da capacidade de corte da cana própria renderia à empresa cerca de 2,6 metros cúbicos de álcool absoluto equivalente para cada 1.000 toneladas a mais de cana cortada por semana (dentro dos limites da Tabela II), nunca sendo demais lembrar que aspectos econômicos e sociais não estão envolvidos na análise; ressalte-se que a folga apresentada pela restrição de moagem máxima permitiria essa flexibilidade;

(2) A capacidade de moagem jamais seria necessária em seu máximo, sendo que os limites estabelecidos para moagem mínima mereceriam, conforme já mencionado, estudo mais detalhado sobre balanço térmico;

(3) Em face dos volumes estimados de matéria-prima disponível e da intenção de fabricação de açúcar, a empresa pode considerar-se tranqüila quanto à capacidade instalada (restaria analisar o efeito econômico da capacidade ociosa verificada);

(4) O funcionamento da destilaria acha-se praticamente no equilíbrio, pois a cada metro cúbico adicional de capacidade semanal de destilação – ampliação ou melhor aproveitamento do tempo – corresponderia um aumento de 0,96 metros cúbicos na produção global, dentro de determinados limites;

Apresentam-se, a seguir, resumos dos resultados obtidos com os modelos alternativos testados, conforme descrito no item "Procedimento Adotado", sem a preocupação de repetir detalhes como no modelo básico.

Solução nº 2

Essa alternativa – entrega livre de álcool anidro em maio – pode ser considerada exatamente igual ao modelo básico, salvo pela não entrega do produto no mês considerado e pelo fato de a quantidade de álcool anidro em estoque ser maior, em todas as semanas, mas sempre com razoável folga em relação à capacidade de armazenamento preestabelecida.

Solução nº 3

Testando-se a não necessidade de produção de açúcar nas quatro primeiras semanas, mas mantendo-se a produção total de 30 mil toneladas, verifica-se um aumento palpável na produção global (cerca de 3,8% a mais de álcool absoluto equivalente), com o volume de álcool hidratado mostrando-se 6,9% maior.

A paralisação da produção de açúcar – conforme já mencionado – de difícil aplicação prática – só ocorreria na semana nº 8. O ritmo e a proporção de entrada de cana de fornecedores seriam bastante próximos da situação real, salvo pelo fato de a safra terminar apenas com cana de fornecedores (última semana), a exemplo do ocorrido nas soluções anteriores.

Solução nº 4

Neste modelo, relaxou-se a restrição de capacidade de corte de cana própria para 14 mil toneladas semanais, ao mesmo tempo que se deixaram livres, nas quatro pri-

meiras semanas, as produções de álcool anidro e de açúcar, mantidos os volumes globais dos dois produtos.

O resultado é bastante parecido com o da solução anterior no que se refere aos percentuais de ganhos em produção (total e de álcool hidratado), à seqüência de produção de açúcar e à entrada de cana de fornecedores. Registre-se que a capacidade de corte seria utilizada em seu máximo durante 19 semanas.

Solução nº 5

Restrições liberadas: produção de álcool anidro e de açúcar, nas quatro primeiras semanas, e moagem mínima, em toda a safra. Esse modelo apresenta ganhos bastante expressivos em produção, mas, também, problemas práticos mais sérios.

c) necessidade de retirada de 2.100 metros cúbicos de álcool anidro já nas primeiras quatro semanas, objetivo de difícil viabilidade prática.

Para efeito de comparação dos dois casos extremos, apresenta-se, na Tabela III, o plano de safra resultante desse modelo.

Para os que militam no setor canavieiro, dispensam comentários as dificuldades que seria necessário enfrentar para colocar em execução um plano dessa natureza, pelos inconvenientes citados anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos modelos utilizados – outros poderiam ser testados – é possível extrair algumas observações de ordem geral:

Tabela III. Plano de safra alternativo, Usina Jatiboca, 1988/89.

Sem.	Cana (mil t)			Anidro (m^3)			Hidrat. (m^3)	Açúcar (t)
	Próp.	Forn.	Total	Produz.	Entregue	Estoc.		
1	13.1	–	13.1	688	688	–	221	–
2	9.7	–	9.7	506	–	506	163	–
3	13.1	–	13.1	721	–	1.227	232	–
4	13.1	1.6	14.7	825	1.412	639	265	–
5	13.1	1.9	15.0	860	–	1.500	277	–
6	13.1	2.2	15.3	893	480	1.912	287	–
7	13.1	5.2	18.3	8	–	1.920	1.497	–
8	13.1	7.6	20.7	–	–	1.920	1.546	287
9	13.1	22.4	35.5	–	–	1.920	1.579	2.213
10	13.1	5.6	18.7	–	–	1.920	1.605	–
11	13.1	5.7	18.8	–	–	1.920	1.624	–
12	13.1	7.5	20.6	–	480	1.440	1.638	248
13	13.1	22.0	35.1	–	–	1.440	1.645	2.252
14	13.1	21.7	34.8	–	–	1.440	1.645	2.242
15	13.1	21.3	34.4	–	–	1.440	1.638	2.225
16	13.1	20.8	33.9	–	–	1.440	1.625	2.200
17	13.1	20.4	33.5	–	–	1.440	1.606	2.167
18	13.1	19.8	32.9	–	480	960	1.580	2.127
19	13.1	19.3	32.2	–	480	480	1.548	2.078
20	13.1	18.3	31.4	–	–	480	1.509	2.022
21	13.1	17.4	30.5	–	–	480	1.463	1.958
22	13.1	16.5	29.6	–	–	480	1.412	1.887
23	13.1	15.5	28.6	–	–	480	1.353	1.807
24	1.0	25.6	26.6	–	480	–	1.288	1.720
25	–	25.3	25.3	–	–	–	1.217	1.626
26	13.5	6.6	20.1	–	–	–	1.139	938
27	–	11.9	11.9	–	–	–	1.054	–
Total	312	342	654	4.500	4.500	–	32.656	30.000

Do lado do aumento da produção, o mesmo atingiria 8% no global e 14,6% para o álcool hidratado. A produção de álcool anidro ocorreria totalmente nas semanas 1 a 7.

Inconvenientes principais: a) cana de fornecedores entrando em quantidades muito pequenas até a 12ª semana (exceto a nº 8); b) início da produção de açúcar na semana nº 8, paralisando-se logo a seguir (semanas 10 e 11);

a) O fato de os fornecedores da usina costumarem retardar o início da entrega maciça de cana não traz maiores prejuízos à produção global;
b) Em termos físicos, deve-se analisar com bastante atenção a possibilidade de adiar, por algumas semanas, o início da produção de açúcar;
c) A capacidade de corte de cana própria é quase sempre utilizada em seu máximo. Entretanto, testando-se um

aumento em seu limite verifica-se que o incremento de produção decorrente pode ser conseguido por meio de ações alternativas, como, por exemplo, a não fabricação de açúcar nas quatro primeiras semanas do mês de maio.

Como comentário final, sugere-se que a Usina Jatiboca aprofunde algumas análises específicas, entre as quais pode-se lembrar a inclusão de aspectos econômico-financeiros e referentes a políticas de pessoal e de relacionamento com fornecedores de cana.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. BRUGNARO, C.; SBRAGIA, R. Coord. 1982. Gerência Agrícola em Destilarias de Álcool. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR. Coleção Planalsucar, nº 1.
2. LANZER, E.A. Programação Linear: Conceitos e Aplicações. 1982. Rio de Janeiro. IPEA/INPES.
3. Usina Jatiboca. Boletins Internos. I. Controle do PCC da cana própria e de fornecedores, safras 1986/87 e 1987/88; II. Controle do tempo aproveitado em moagem e destilação, safras 1984/85 a 1987/88. Não public.

COMPORTAMENTO INDUSTRIAL DE DIFERENTES VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR CULTIVADAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

*Josilene Maria de Moraes BORBA
*Marion PATERSON
**Francisco de Assis Dutra MELO

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar ao longo de seu período útil de industrialização, cultivadas em unidades produtoras das regiões Norte e Sul do Estado de Pernambuco. Para as duas regiões estudadas utilizaram-se como padrões as variedades CB45-3 e a Co997.

Os resultados apresentados na região Norte correspondem à média de três safras em unidades industriais distintas, de quatro variedades de cana-de-açúcar, enquanto na região Sul, os valores apresentados correspondem à média de duas safras em unidades industriais distintas, de cinco variedades de cana-de-açúcar.

Dos estudos realizados na região Norte foi verificado que as variedades Co997 e RB72454, de uma forma geral, se destacaram das demais, sendo que a variedade RB72454 apresentou resultados superiores aos da variedade Co997.

Ressalta-se que, todas as variedades estudadas, apresentaram valores de PCC (Pol % de cana corrigida) acima do valor-padrão estipulado pelo Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose para a região.

Com relação a região Sul as variedades Co997 e RB70194 apresentaram, de uma forma geral, as melhores características para a sua industrialização. A variedade CP51-22 também destacou-se das demais, principalmente no aspecto tecnológico.

Observou-se também nessa região, deságios iniciais para as variedades CB45-3 e RB732577.

INTRODUÇÃO

Com a implantação do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose no Brasil, que teve início no Estado de Alagoas, em 1978, através do Ato do IAA nº 30/78[5] e sendo expandido a todo o território nacional em 1984 através do Ato do IAA nº 11/84[6], o fator variedade tornou-se de grande relevância para os produtores de cana-de-açúcar.

O planejamento adequado da cultura de cana-de-açúcar, a partir da implantação do Sistema de Pagamento de Cana pela sua qualidade, onde se introduziu de forma efetiva o conceito "açúcar/ha", é necessário à classe produtora visando a obtenção de um melhor índice de aproveitamento dos potenciais agrícola e industrial de cana-de-açúcar, existentes.

Segundo OLIVEIRA & CALHEIROS[8] para se obter melhores rendimentos industriais faz-se necessário um maior entendimento entre campo e fábrica durante a colheita da cana-de-açúcar.

Com base em estudos realizados pela COPERSUCAR[4], a cana-de-açúcar apresenta composição tecnológica variável no decorrer da safra bem como entre variedades, onde a maturação constitui-se em uma conjungação das características varietais, ambientais e sazonais, sendo imprescindível a análise tecnológica visando a uma adequada programação do corte.

Segundo PARAZZI et alii[9] o comportamento da cana-de-açúcar quanto a maturação pode ser observado através de análises tecnológicas, principalmente a sacarose aparente (Pol % cana), acompanhando o seu desenvolvimento durante o período de maturação, resultando na curva que caracteriza a maturação de uma variedade.

* Engenheira Química Pesquisadora da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.

** Químico Industrial Chefe da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.

Em estudos realizados por ARAÚJO & PATERSON[2] constatou-se que a variedade Co997 apresentou as melhores características tecnológicas, em relação as variedades CB45-3, RB70141 e CP60-1 estudadas.

O presente estudo tem como objetivo avaliar o comportamento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas no Estado de Pernambuco ao longo do seu período útil de industrialização nas regiões Norte e Sul do Estado.

MATERIAL E MÉTODOS

Na realização deste estudo foram utilizados experimentos instalados pela Área de Melhoramento da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR em diferentes safras e unidades industriais do Estado de Pernambuco.

Foram consideradas unidades industriais das regiões Norte e Sul do Estado de Pernambuco. Na região Norte os experimentos foram conduzidos nas seguintes unidades industriais: Usina Central Olho D'Água, safra 1982/83, utilizando-se, entre outras as variedades Co997, CB45-3 e RB70194; Usina Aliança, safra 1983/84, utilizando-se as variedades Co997, CB45-3, RB70194 e RB72454 e Usina Matary, safra 1984/85, utilizando-se as variedades Co997, CB45-3, RB70194 e RB72454. Enquanto que, na região Sul, os experimentos foram conduzidos nas seguintes unidades industriais: Usina Massauassú, safra 1983/84, utilizando-se as variedades Co997; CB45-3, RB70194 e CP51-22 e Usina Estreliana, safra 1986/87, utilizando-se as variedades Co997, CB45-3 e RB732577.

Os testes foram realizados com cana-de-açúcar em seu primeiro corte em seis épocas diferentes, na região Norte, correspondendo as idades de 13 a 18 meses (agosto a janeiro) e em cinco épocas diferentes na região Sul, correspondendo as idades de 14 a 18 meses (setembro a janeiro).

As amostras de cana-de-açúcar foram coletadas segundo a metodologia utilizada pelo IAA/PLANALSUCAR, sendo posteriormente analisadas nos laboratórios da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR, segundo método de TANIMOTO[10]. Foram determinados Brix % caldo, Pol % caldo, Pureza %, Pol % cana e Fibra % cana. Os açúcares redutores do caldo (AR caldo) foram determinados pelo método Lane & Eynon, citados por ARAÚJO[1] e transformados em açúcares de cana (AR cana) de acordo com a expressão:

AR cana (g/100g) = AR caldo (g/100g) x (1 – 0,01 x Fibra).

Os cálculos de PCC e % ágio/deságio foram determinados de acordo com o sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose do Estado de Pernambuco (Ato nº 39/87)[7].

Para os ensaios de fermentação etanólica foram utilizados caldos extraídos da prensa hidráulica com correção de Brix para 15,0 e pH para 4,5. A concentração do fermento biológico seco utilizada foi de 30 g/l. Do vinho resultante das fermentações foram determinados os teores alcoólicos pelo ebuliômetro Dujardim-Salleron, sendo então calculadas as eficiências de fermentações.

O rendimento industrial (litros de álcool/t de cana) foi determinado de acordo com ARAÚJO[3], utilizando os dados obtidos de PCC, açúcares redutores de cana e eficiência de fermentação e considerando as eficiências de extração e destilação de 90% e 98%, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela I encontram-se os valores médios obtidos das análises tecnológicas de quatro variedades de cana-de-açúcar, em diferentes épocas de colheita, cultivadas na região Norte de Pernambuco em safras e unidades industriais distintas.

Observa-se nas seis épocas estudadas, que as variedades Co997, CB45-3 e RB70194 apresentaram valores crescentes de Brix % caldo, Pol % caldo, Pureza % caldo e açúcares totais de cana até 15 meses. A partir desta época observou-se um pequeno decréscimo, acentuando-se mais aos 18 meses. Enquanto que a variedade RB72454 apresentou valores crescentes de Brix % caldo, Pol % caldo, Pureza % caldo e açúcares totais da cana até os 16 meses, onde foram obtidos os melhores resultados. Observa-se, também, que as variedades RB72454 e a Co997 destacaram-se das demais em todas as épocas estudadas, enquanto que a CB45-3 foi a que apresentou os menores valores.

Quanto aos teores de açúcares redutores da cana, verifica-se que na maioria das épocas estudadas as variedades RB72454 e Co997 apresentaram os menores índices, indicando assim um melhor comportamento com relação a maturação.

Com relação ao teor de Fibra % cana, nota-se que, de uma forma geral, a variedade Co997 apresentou os maiores valores. Observa-se, ainda na Tabela I, que com relação aos açúcares totais da cana, de uma forma geral, o melhor teor foi obtido aos 15 meses de idade. Sendo que, na maioria das épocas estudadas, as variedades Co997 e RB72454 se destacaram das demais.

Os parâmetros PCC (Pol % cana corrigida) e o % de ágio/deságio são apresentados na Tabela II. Observa-se que, de uma forma geral, em todas as épocas estudadas o PCC das variedades superou o valor-padrão definido para a região o que acarretará um substancial aumento de receita da cana. Verifica-se que, dentre as variedades estudadas as variedades RB72454 e Co997 destacaram-se das demais com predominância da RB72454 comprovado pelo elevado % de ágio/deságio obtido.

Tabela I. Características tecnológicas de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Norte de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês) 13	14	15	16	17	18
Brix % caldo	Co997	20,85	22,00	23,40	22,65	22,40	20,65
	CB45-3	17,95	18,30	21,30	19,40	20,45	18,75
	RB72454	19,70	23,60	23,80	24,00	23,10	19,20
	RB70194	18,50	19,75	21,95	21,60	21,35	20,05
Pol % caldo	Co997	19,18	20,28	21,80	20,98	20,72	18,66
	CB45-3	16,06	15,98	19,74	18,56	18,54	16,52
	RB72454	17,83	21,69	22,24	22,60	21,32	17,83
	RB70194	16,52	17,64	20,28	19,88	19,34	18,33
Pol % cana	Co997	17,48	17,45	18,62	18,08	17,65	15,90
	CB45-3	14,14	13,98	17,18	16,39	16,11	14,46
	RB72454	15,90	19,40	20,86	19,79	18,74	15,53
	RB70194	14,80	15,55	18,00	17,48	17,06	15,88
Açúcares redutores da cana (g/100 g)	Co997	0,70	0,56	0,36	0,44	0,50	0,68
	CB45-3	0,92	0,74	0,70	0,76	0,81	0,83
	RB72454	0,92	0,61	0,74	0,48	0,46	0,43
	RB70194	1,16	0,86	0,62	0,56	0,70	0,58
Açúcares totais da cana (g/100 g)	Co997	19,06	18,88	19,91	19,42	19,02	17,38
	CB45-3	15,76	15,92	18,74	17,00	17,72	16,02
	RB72454	17,61	20,98	21,00	21,26	20,14	16,74
	RB70194	16,70	17,19	19,51	18,58	18,62	17,26
Fibra % cana	Co997	12,80	14,24	14,65	13,85	14,88	15,00
	CB45-3	12,20	12,38	13,15	12,38	13,34	12,55
	RB72454	11,10	12,20	12,65	12,71	12,20	13,07
	RB70194	10,55	12,06	16,27	12,19	11,88	13,45
Pureza %	Co997	92,02	92,67	93,14	92,61	92,56	80,60
	CB45-3	89,43	87,25	92,70	90,77	90,61	87,88
	RB72454	90,37	91,91	93,44	94,05	92,22	93,04
	RB70194	89,34	88,99	92,40	92,00	90,50	91,41

Tabela II. P.C.C. e % de ágio/deságio de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Norte de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês) 13	14	15	16	17	18
P.C.C.	Co997	15.9336	16.4394	17.5512	17.1109	16.6070	14.9493
	CB45-3	13.4384	13.3002	17.8319	14.6975	15.3005	13.7646
	RB72454	15.1245	18.1488	18.3698	18.8003	17.8406	14.7649
	RB70194	14.0844	14.7830	16.9277	16.6279	16.2403	15.0458
Ágio/deságio (%)	Co997	50,46	55,52	67,78	62,66	57,72	38,64
	CB45-3	23,42	19,18	55,38	37,01	42,31	23,18
	RB72454	40,50	71,19	76,26	81,46	68,89	40,94
	RB70194	29,14	35,73	60,60	57,11	51,11	41,25

Com relação a fermentação etanólica (Tabela III) observa-se que, com exceção da variedade RB72454, as melhores eficiências foram obtidas, de uma forma geral, aos 14 meses de idade. Salienta-se que as eficiências de fermentação encontradas poderiam ter sido melhores se não houvesse correção do Brix do mosto para 15.

Quanto a produção de álcool (Tabela III) as variedades RB72454 e Co997 apresentaram maiores rendimentos industriais "provável" em litros de álcool/t de cana nas épocas estudadas. Observa-se que, de uma forma geral, as variedades estudadas apresentaram um rendimento industrial elevado considerando as médias da região[9]. Isto deve-se em grande parte aos PCC obtidos, todos com valores bastantes superiores ao PCC padrão definido para a região.

Na Tabela IV, encontram-se os valores médios obtidos de cinco variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de colheita, cultivadas na região Sul de Pernambuco em duas safras e unidades industriais distintas.

Tabela III. Eficiência de fermentação e rendimento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Norte de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês)					
		13	14	15	16	17	18
Eficiência de fermentação (%)	Co997	82,84	85,13	80,92	84,72	79,13	82,25
	CB45-3	82,70	89,50	82,38	83,35	80,39	84,15
	RB72454	83,42	82,48	81,12	79,73	75,35	78,61
	RB70194	82,95	85,24	81,06	85,05	81,29	79,98
Rendimento industrial (l álcool/TC)	Co997	89,08	89,13	93,74	93,84	87,52	71,84
	CB45-3	77,06	82,84	90,80	79,78	83,91	75,26
	RB72454	86,02	99,67	99,83	99,06	89,19	79,96
	RB70194	81,86	80,32	92,00	92,37	89,30	74,74

Tabela IV. Características tecnológicas de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Sul de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês)					
		13	14	15	16	17	18
Brix % caldo	Co997	17,70	18,55	19,80	20,50	19,90	18,90
	CB45-3	14,90	15,70	17,30	17,20	17,40	17,60
	RB70194	–	17,50	19,30	19,90	19,30	20,60
	RB732577	15,10	15,40	16,30	16,60	17,80	17,40
	CP51-22	–	17,60	18,10	19,10	19,70	20,70
Pol % caldo	Co997	15,49	17,06	18,11	18,96	18,48	17,30
	CB45-3	11,54	12,97	14,68	15,20	15,54	15,86
	RB70194	–	14,87	17,17	18,71	18,21	19,14
	RB732577	11,98	12,71	13,44	14,00	14,87	15,55
	CP51-22	–	14,95	14,50	17,00	18,37	17,97
Pol % cana	Co997	13,45	14,92	15,41	16,17	16,12	16,37
	CB45-3	10,39	11,48	12,98	13,49	13,63	14,68
	RB70194	–	13,22	15,30	16,67	16,09	19,14
	RB732577	10,83	11,32	12,15	12,93	13,12	13,95
	CP51-22	–	13,06	12,60	14,27	15,86	17,97
Açúcares redutores da cana (g/100 g)	Co997	0,76	0,56	0,82	0,28	0,32	0,72
	CB45-3	1,42	1,22	1,42	0,70	1,16	0,98
	RB70194	–	1,34	1,38	0,45	0,71	0,79
	RB732577	1,48	1,19	1,22	0,87	–	1,13
	CP51-22	–	1,40	1,39	1,02	0,74	2,32
Açúcares totais da cana (g/100 g)	Co997	14,88	16,24	17,00	17,26	18,21	17,90
	CB45-3	12,53	13,28	15,05	14,86	15,16	16,40
	RB70194	–	15,22	17,44	17,95	17,60	20,89
	RB732577	12,85	13,08	13,98	14,45	–	15,78
	CP51-22.	–	15,11	12,62	16,00	17,39	21,19
Fibra % cana	Co997	12,34	12,70	13,26	13,26	17,39	13,62
	CB45-3	11,03	11,66	11,90	11,56	12,52	12,30
	RB70194	–	11,60	11,00	11,30	11,70	12,26
	RB732577	9,83	10,80	10,43	10,40	11,79	10,27
	CP51-22	–	12,90	13,10	16,30	13,90	13,70
Pureza %	Co997	82,02	89,94	91,94	92,39	92,78	90,91
	CB45-3	77,45	82,64	84,82	88,32	89,28	90,05
	RB70194	–	84,97	88,96	94,02	94,35	92,87
	RB732577	79,34	82,53	82,45	84,34	83,54	89,51
	CP51-22	–	84,94	80,11	89,00	93,25	86,69

Observa-se nas cinco épocas estudadas (Tabela IV) que as variedades Co997 e RB70194 apresentaram Brix % caldo, Pol % caldo, Pureza % caldo e açúcares totais da cana superiores às demais, seguida pela CP51-22, que também se destacou.

A variedade RB732577 se destacou das demais com

o menor valor de Fibra % cana em todas as épocas estudadas, enquanto que a Co997 e a CP51-22 apresentaram os maiores valores de Fibra % de cana.

Com relação ao teor de açúcares redutores da cana, as variedades Co997 e RB70194 apresentaram os menores índices, na maioria das épocas estudadas, indicando desta forma um melhor comportamento com relação a maturação.

Com relação aos açúcares totais da cana, observa-se que, com exceção da variedade Co997, todas as variedades apresentaram seu maior valor aos 18 meses de idade. Nota-se que, dentre as variedades estudadas a Co997 e RB70194 se destacaram das demais.

Na Tabela V são mostrados o PCC e o % ágio/deságio; verifica-se que, as variedades Co997, RB70194 e CP51-22 apresentaram em todas as épocas estudadas um PCC superior ao padrão definido para a região, o mesmo não ocorreu com as variedades CB45-3 e RB732577 que só apresentaram um PCC superior ao padrão a partir das idades 15 e 16 meses respectivamente.

Quanto a eficiência de fermentação etanólica (Tabela VI) observa-se que, a maioria das variedades estudadas apresentou melhores resultados aos 15 meses de idade, não obtendo um valor mais elevado em função da correção do Brix do mosto para 15.

Com relação à produção de álcool (Tabela VI, as variedades Co997 e RB70194 se destacaram das demais pelos elevados rendimentos industriais "provável" em litros de álcool/t de cana, em todas as épocas estudadas.

Vale salientar que, na região Sul, os resultados de uma forma geral, foram inferiores aos da região Norte, visto que dentre as safras estudadas, na região Sul, a safra 1986/87 foi caracterizada com muitas chuvas, acarretando desta forma, uma queda nos valores tecnológicos estudados, o que pode ser observado no Gráfico 1, onde mostra a precipitação pluviométrica média ocorrida nas safras estudadas.

Tabela V. P.C.C. e % de ágio deságio de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Sul de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês) 14	15	16	17	18
P.C.C.	Co997	14.1866	14.9424	15.6172	15.3322	14.1388
	CB45-3	10.9187	12.3216	12.8031	12.9525	13.2452
	RB70194	12.5273	14.5631	15.8158	15.3237	16.0041
	RB732577	10.8045	11.4724	11.9544	12.5003	13.2972
	CP51-22	12.4094	12.0011	13.2917	14.9918	14.7172
Ágio/deságio (%)	Co997	31.06	40.30	48,23	46,20	33,11
	CB45-3	-6.76	7.26	16,16	18,68	22,62
	RB70194	9,24	32,96	52,62	48,38	52,60
	RB732577	-8.01	-2,38	3.47	7,17	21,96
	CP51-22	8,17	0.82	21,42	43,47	30,93

Tabela VI. Eficiência de fermentação e rendimento industrial de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região Sul de Pernambuco.

Parâmetros tecnológicos	Variedade	Idade (mês) 14	15	16	17	18
Eficiência de fermentação (%)	Co997	82,42	85,54	85,24	83,40	80,48
	CB45-3	84,12	84,04	83,04	81,94	78,62
	RB70194	83,43	84,92	79,97	83,01	80,14
	RB732577	80,77	88,43	89,47	–	78,85
	CP51-22	84,68	83,23	82,91	82,91	80,72
Rendimento industrial (l álcool/TC)	Co997	78,64	86,99	87,48	88,72	77,46
	CB45-3	66,03	74,72	72,30	72,58	72,40
	RB70194	73,29	86,98	83,82	85,69	86,64
	RB732577	63,29	73,32	74,66	–	74,18
	CP51-22	75,07	70,68	75,72	83,96	88,13

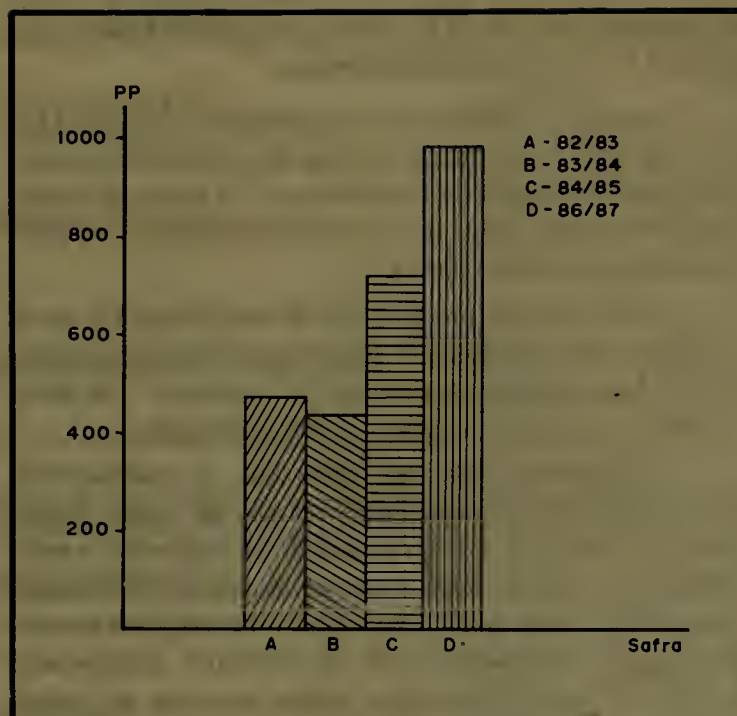



Gráfico 1. Precipitação pluviométrica média ocorrida durante o período de industrialização da cana-de-açúcar nas safras 82/83, 83/84 e 84/85 e 86/87.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

. Considerando-se as variedades estudadas na região Norte, a RB72454 e a Co997, superaram as demais na maioria dos aspectos estudados.

. As variedades estudadas na região Norte, apresentaram ágio em todas as épocas estudadas.

. Os maiores valores de Pol % cana, em todas as épocas estudadas, foram obtidos pelas variedades RB72454 e Co997.

. A variedade RB72454 apresentou o maior rendimento industrial "provável" em litros de álcool/t de cana.

. Das variedades estudadas na região Sul, a Co997 e a RB70194 apresentaram os maiores valores de Pol % cana em todo o período estudado.

. A variedade RB732577, apresentou o menor percentual de Fibra durante todas as épocas estudadas.

. Dentre as variedades estudadas na região Sul, as Co997 e RB70194 apresentaram os maiores rendimentos "provável" em litros de álcool/t de cana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, J.A. Controles físicos e químicos na fabricação do álcool etílico. Rio Largo, IAA/PLANALSUCAR.COONE, 1982, 119p.

2. ARAÚJO, J.A. & PATERSON, M. Qualidade e fermentabilidade de diferentes variedades de cana-de-açúcar cultivadas. Carpina, IAA/PLANALSUCAR.CONOR. 1983. 12p.

3. ARAÚJO, J.A. Contribuição do sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose no controle industrial das destilarias de álcool. Carpina, IAA/PLANALSUCAR.CONOR, 1984, 22p.

4. Boletim Técnico Copersucar, São Paulo. Amostragem e Análise da Cana-de-açúcar, 1980, 37p.

5. IAA. Ato nº 30/78 de 22/08/78 Que dispõe sobre a Implantação do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose e Pureza no Estado de Alagoas na safra 78/79.

6. IAA. Ato nº 11/84 de 01/03/84 Que dispõe sobre a Implantação do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose e Pureza no País na safra 84/85.

7. IAA. Ato nº 39/87, de 22/09/87 Dispõe sobre as normas de execução do Sistema de Pagamento de Cana de Fornecedores pelo Teor de Sacarose e Pureza no Estado de Pernambuco.

8. OLIVEIRA, C.G. & CALHEIROS, C.G. Curva de maturação e período útil de industrialização (P.U.I.) de cana-de-açúcar em Alagoas. Rio Largo, IAA/PLANALSUCAR. COONE, 1982, 23p.

9. PARAZZI, C.; BORGES, M.T.M.R.; STURION, A.C. Qualidade tecnológica de nove variedades de cana-de-açúcar (cana soca). Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 103(4, 5 e 6), jul./dez., 1985.

10. PEREIRA, C.E.F. Resultados da safra açucareira e alcooleira na área de jurisdição da Superintendência Regional de Pernambuco. Recife, IAA, 1986.

11. TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. Hawaiian Planters' Record, Honolulu, 57(2):133-150, 1964.

GASEIFICAÇÃO DO BAGAÇO: UMA ALTERNATIVA PARA A INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR (*1)

* Alfredo D. Villela CORTEZ

Ao longo da história canavieira, o açúcar tem sofrido várias crises, apresentando períodos de preços atrativos, seguidos entretanto de épocas cada vez maiores de preços baixos.

No momento atual, ocorreu um aumento significativo nos preços do doce, elevando-se dos US$ 0,04 de aproximadamente há um ano,para os US$ 14,00 por libra-peso do presente.

Sem embargo, este não é um momento de euforia, pois não estamos num tempo de estabilidade no mercado de "commodities". o qual é sempre um grande brinquedo nas mãos dos grupos econômicos internacionais.

Por isso nós da América Latina, hoje mais do que nunca, temos que fazer nossa indústria da cana-de-açúcar a mais rentável possível, procurando alternativas para a cana e seus derivados.

Uma delas, é o bagaço, uma fonte energética apreciável que até há pouco tempo era nada menos que um transtorno.

Com o desenvolvimento da qualidade de vida de nossos povos, o consumo de energia foi uma conseqüência natural, provocado devido a fatores diversos, freqüentes aumentos nos preços dos combustíveis fósseis, além dos custos de hidroeletricidade.

Como se sabe, a cana é um energético muito especial, visto ser renovável, tendo 1.030 Kcal/kg, a exemplo de seus derivados o bagaço com 2.257 Kcal/kg ou o álcool com 7.090 Kcal/kg.

Assim, o que era antes um problema, hoje está se transformando em uma solução rentável pela razão do emprego do bagaço em co-geração de eletricidade, como está fazendo-se no Brasil.

* Federação dos Plantadores de Cana do Brasil – FEPLANA.

(*1) Palestra apresentada ao IX Congresso da C.I.F.P.C.A., Guadalajara, Jalisco, México, agosto, 1988.

Atentando apenas para o potencial disponível de energia do Brasil a partir da cana-de-açúcar, que este ano atingirá um montante de 222.000.000 toneladas métricas, e mais particularmente o Estado de Alagoas, o segundo maior produtor da gramínea doce em nosso país, com cerca de 30.000.000 de toneladas métricas, seguindo-se as recomendações de recente trabalho elaborado na Universidade de Princeton, EUA, teremos com o emprego da tecnologia preconizada de turbinas de alta performance, utilizando os combustíveis sugeridos – bagaço, injeção de vapor e gás, ponteiras e folhas de cana (palhiço) -- uma verdadeira revolução energética, de acordo com o que poder-se-á visualizar a partir dos dados que apresentamos adiante.

O mencionado estudo chegou à conclusão de que se empregando turbinas a gás, queimando resíduos da cana-de-açúcar, poder-se-ia gerar em torno de 50.000 MW (Tabela I), baseando-se nos níveis de produção de 1985 de cana no mundo.

Tabela I.

Região	Capacidade do potencial elétrico (MW)
América do Sul	17.800
Ásia	14.000
América Central	10.100
África	4.900
Occania	2.700
Estados Unidos	1.900
Europa	200
	51.600

Este salto tecnológico que foi dado com a gaseificação do bagaço e seu uso nas novas turbinas a gás, com a finalidade de gerar energia elétrica destinada a ser fornecida ao setor público, é algo muito importante para nós canavieiros.

De acordo com este documento, e tão somente para se ter uma idéia de grandeza, o bagaço de cana virtualmente disponível e que está sendo atualmente incinerado nas caldeiras, seria suficiente para produzir 25% da eletricidade consumida no Brasil presentemente. Isolando-se o Nordeste Brasileiro, a percentagem será ao redor de uns 150%, ou seja, cinco vezes a demanda da Companhia Energética do Estado de Alagoas -- CEAL.

Estes dados são valores limites. Não seria, contudo, desejável que tal ocorresse, visto existirem outras formas também nobres para o uso do bagaço, a exemplo, para fins protéicos (alimentação do gado, misturado à levedura esgotada da fermentação para álcool), e muitos outros produtos podem ser industrializados.

Considerando a elevada participação da cana na matriz energética brasileira, superior a 14%, é da maior importância a introdução das novas técnicas de gaseificação do bagaço, semelhante às empregadas para os cavacos de lenha e para o carvão mineral, aliás com vantagem em relação a este último, face à ausência de enxofre.

Essas modernas turbinas a gás com sistemas de injeção de vapor em ciclo combinado na proporção a dois para um, isto é, dois a gás e um a vapor com a mesma capacidade, permitem que a produção de eletricidade utilizando o bagaço de cana como combustível seja competitiva com a hidroeletricidade e com outras formas de energia.

As turbinas a gás do tipo estacionário, são derivadas das mais modernas turbinas aeronáuticas empregadas nos aviões a jato.

O sistema adotado é o ciclo combinado gás/vapor com injeção de vapor de água no combustor de gás (observar figuras 1, 2 e 3). O gás de exaustão sai da turbina a uma temperatura elevada, servindo então para gerar vapor, sendo que parte será injetada no combustor e a outra parte é vapor de processo.

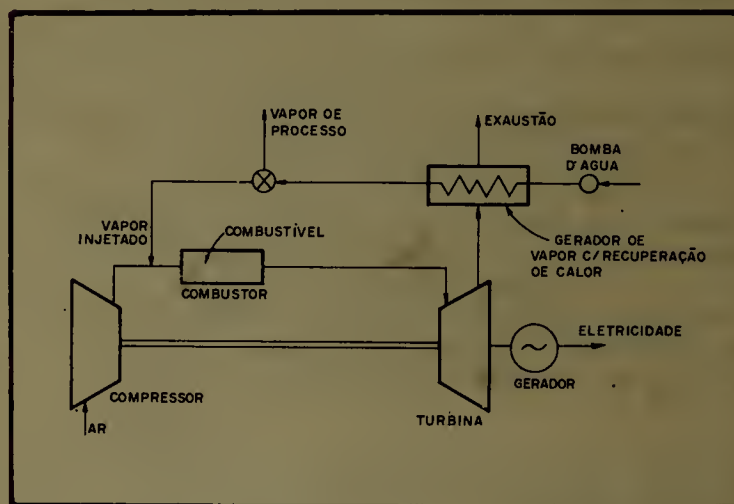



Figura 1. Ciclo de co-geração com turbina a gás e vapor injetado.

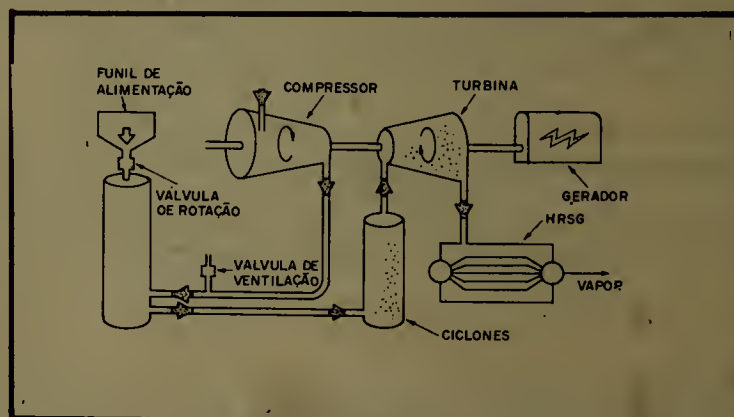



Figura 2. Ciclo de co-geração de turbina a gás com queima direta de biomassa.

Por intermédio deste sistema é possível obter um excedente de eletricidade duplo daquele que se conseguiria utilizando somente turbinas convencionais a vapor (observar figuras 4, 5 e 6).

A produção de energia é superior a 200 Kwh por tonelada métrica de cana e 300 kg de vapor de processo.

Uma posição de destaque é plenamente factível para os industriais da cana-de-açúcar em termos de geração de

energia, embora presentemente, todo o bagaço seja fundamentalmente queimado em sistemas de co-geração usando-se pequenas turbinas a vapor (como costuma ser em muitas partes do Brasil, especialmente em destilarias autônomas) com a finalidade de atender à demanda de vapor, energia mecânica e eletricidade das próprias usinas.

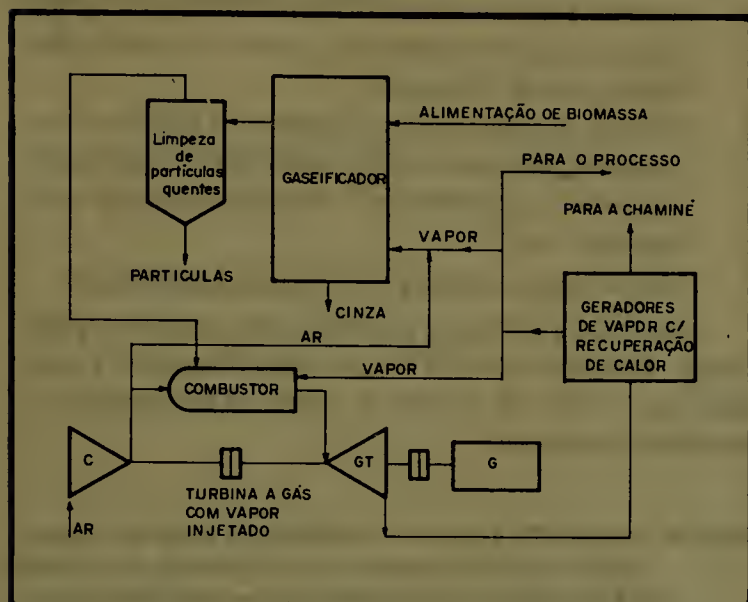



Figura 3. Ciclo de co-geração (biomassa GSTIG) com turbina a gás com vapor injetado c gaseificador de biomassa.

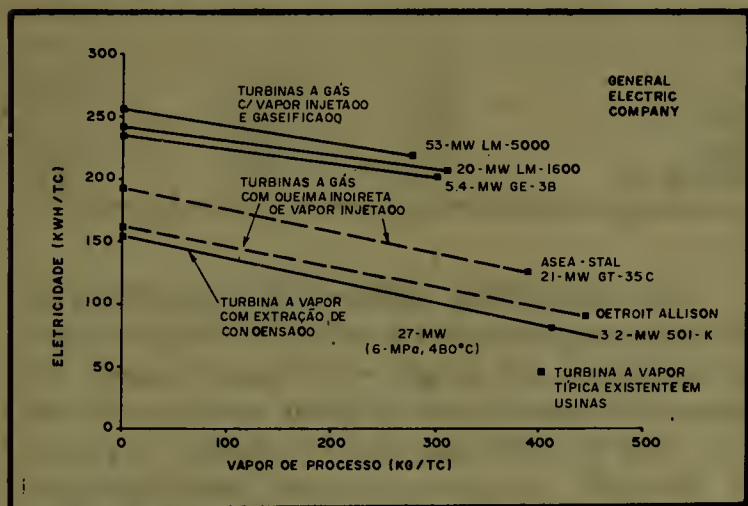



Figura 4. Estimativa da produção de eletricidade e vapor para sistemas de co-geração operando em usinas de açúcar durante a safra com bagaço como combustível.

Sem sombra de dúvidas, com a mesma quantidade de bagaço poder-se-ia produzir muito mais eletricidade, caso se empregasse sistemas mais eficientes e modernos de co-geração.

No Hawaii, e em outros lugares (Jamaica) foram instalados recentemente sistemas de co-geração com turbinas maiores e mais eficientes, possibilitando o fornecimento de energia a comunidades próximas.

O estudo a que nos referimos, realizado na Universidade de Princeton, foi motivado pelos significativos avanços obtidos recentemente nos Estados Unidos com respeito a turbinas a gás, os quais forçosamente conduzirão a curto prazo, à comercialização de sistemas de co-geração com turbinas a gás queimando biomassa, sistemas estes pelos dados disponíveis, afiguram-se muito mais eficientes e econômicos que os atuais com turbinas a vapor.

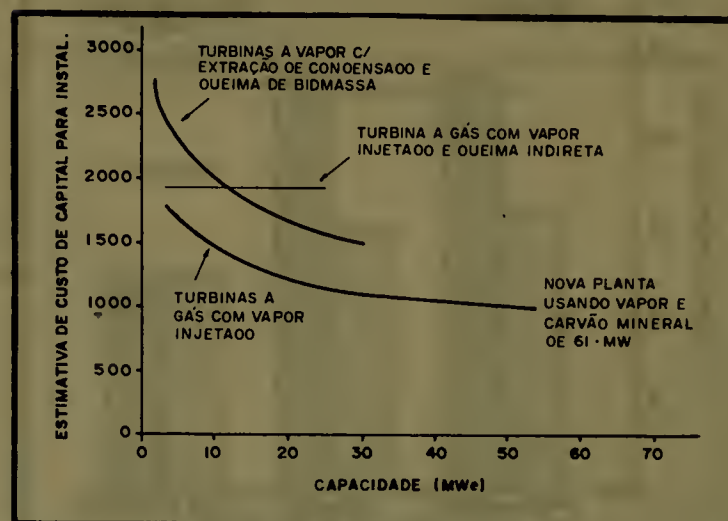



Figura 5. Estimativa de custo de capital instalado de unidades geradoras queimando biomassa, para turbina a vapor com extração de condensado (CEST), turbina a gás com vapor injetado e queima indireta (IFGT) e turbina a gás com vapor injetado e gaseificador (GSTIG), mostrado também o custo estimado de uma unidade (GIMR) movida a vapor/carvão mineral na Jamaica.

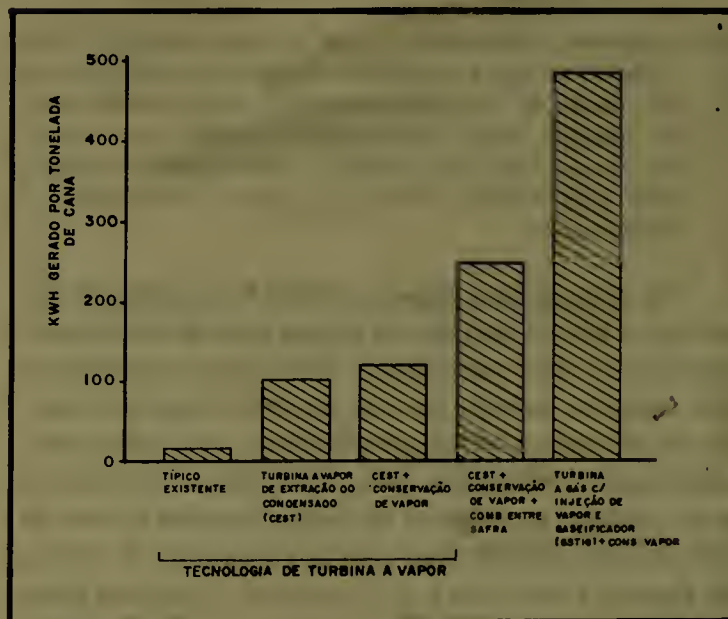



Figura 6. Potencial de geração de eletricidade usando resíduos de cana-de-açúcar em sistemas de co-geração para turbina a vapor com extração de condensado e turbina a gás com vapor injetado e gaseificador.

É oportuno ressaltar que para se construir uma usina hidro-elétrica e sua represa, se requer um número muito grande atividades de engenharia e um tempo acentuado para que a planta se encontre pronta para operação, e por outro lado sua manutenção é normalmente dispendiosa quando se tem de trocar uma turbina, por exemplo; todavia, um sistema com turbinas de aeronaves é simples, modular e de baixo custo, afora a sua rapidez de instalação.

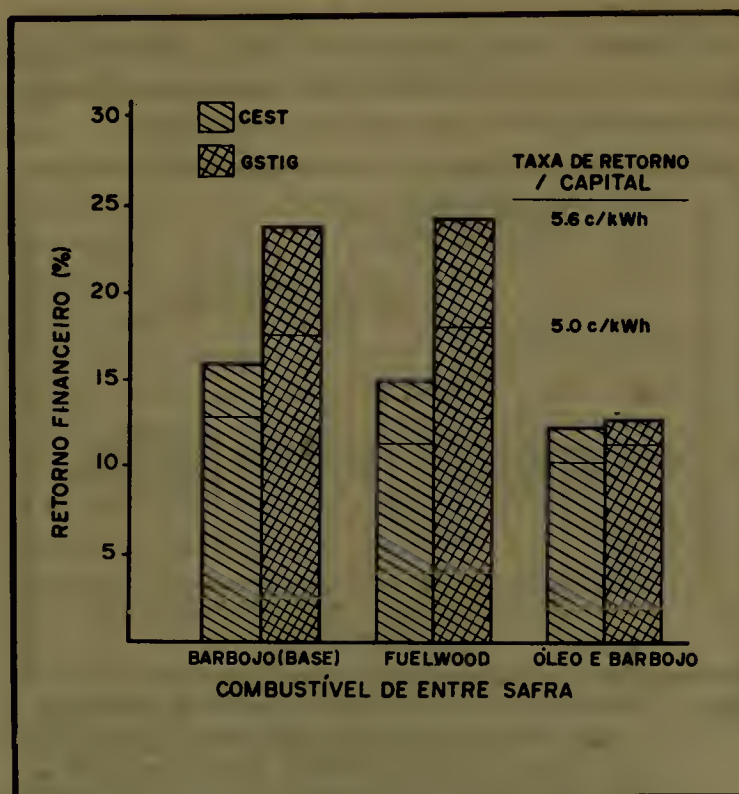



Figura 7. Taxa de retorno interno para planta de co-geração com turbina a vapor (CEST) e com turbina a gás e gaseificador (GSTIG) sob cenários de combustíveis alternativos de entressafra.

Nota: Fuelwood, corresponde ao uso de lenha cultivada (US$ 1.25/GJ) durante a entressafra. Óleo de barbojo refere-se ao óleo usado na entressafra durante os cinco primeiros anos de operação, após os quais utiliza-se barbojo (processo como no caso base). Para o CEST, o custo residual do óleo é US$ 2.9/GJ. Para o GSTIG, o custo do fuel destilado é US$ 5.4/GJ.

Os avanços tecnológicos obtidos no rendimento das turbinas a gás no decorrer da última década, foram resultantes dos avanços tecnológicos alcançados nos motores a jato, sendo os mesmos por sua vez uma resposta às pressões do mercado relativas ao alto custo dos combustíveis, especialmente reclamados pelas companhias de aviação e foram também a resultante do dispêndio anual de mais de US$ 400.000.000,00 feito pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos em P & D destinado a motores a jato para aviões militares.

A transferência destas melhorias para turbinas estacionárias a gás foi grandemente estimulada através das vendas de turbinas a gás destinadas à co-geração, principalmente nos Estados Unidos.

A injeção de vapor para o aumento da eficiência e da potência foi uma modificação importante aplicada às turbinas a gás derivadas daquelas de aeronaves, fazendo das mesmas um sério competidor para as tradicionais usinas elétricas, especialmente pela sua alta eficiência, baixo custo de investimento de capital e sua compacticidade.

As turbinas a gás foram tradicionalmente movidas apenas com combustíveis limpos (gás natural ou destilado de petróleo), porém as tecnologias para o emprego de combustíveis sólidos muito breve estarão no mercado.

No estudo de Princeton, o qual teve a participação de técnicos brasileiros, foram analisados basicamente três sistemas de co-geração, empregando turbinas a gás com vapor injetado decorrente da queima de biomassa:

A – Turbina a gás de queima direta com biomassa (Sawdust), a qual encontra-se em prova na planta de Red Boiling Spring, Tenessee;

B – Turbina a gás de queima indireta com biomassa (empregando um trocador de calor entre o combustor de pressão atmosférica e o fluido operacional pressurisado – ar);

C – Turbina a gás acionada com biomassa gaseificada.

Das três, a turbina a gás com vapor injetado e gaseificação da biomassa (GSTIG), foi decididamente a mais viável em termos de eficiência, custo de investimento e viabilidade comercial.

Tabela II. Potencial de geração de eletricidade a partir da cana-de-açúcar usando-se turbinas a gás e baseando-se no nível de produção de cana de 1985 (A), em confronto com a geração de energia pelas usinas elétricas instaladas em 1982 (B), nos países em desenvolvimento (10^9 kWh).

País	A	B	%
Índia	31,6	129,5	24,40
Cuba	35,5	10,8	328,70
Brasil	95,0	143,6	66,15
África do Sul	11,4	109,0	10,46

Com este informe, esperamos conscientizar, em um futuro próximo, produtores de cana e industriais da América Latina, para que juntem seus esforços buscando não apenas uma alternativa para o açúcar, mas antes que tudo uma forma de manter suas fábricas operando no período de entressafra, oferecendo emprego aos trabalhadores, ao gerar energia e fornecê-la a comunidades próximas, obtendo mais dinheiro para suas atividades e deste modo buscando superar as crises sazonais de nossa atividade canavieira. É importante podermos sair dos atuais 20 kWh/t de cana e podermos atingir até 460 kWh/t de cana.

Um exemplo, para concluir, é o da Destilaria Univalem, em Valparaíso, São Paulo.

Hoje, com quatro geradores e igual número de turbinas de 5.500 KW, as quais consomem 495 kg de vapor, para gerar 10 kWh/t de cana, apresenta um déficit de 2 kWh por tonelada, o qual tem que comprar de uma empresa pública.

Entretanto, está adquirindo um turbo gerador de múltiplo estágio de igual potência, que por sua vez vai economizar uns 40 a 50% de vapor, o que permitirá apresentar um excedente de até 3.000 kWh.

Este caso da Univalem, que moe por safra em torno de 1.100.000 toneladas de cana, demonstra que é possível, seguindo-se etapas de otimização energética, se alcançar o ponto final do trabalho de Princeton, chegando-se ao Sistema GSTIG em um futuro não muito distante, quando além do bagaço gaseificado, utilizar-se-á combustíveis de entressafra do próprio canavial.

BIBLIOGRAFIA

1. Beroaldo Maia GOMES. Bagaço, Gás e Alcolquímica. 1988.
2. Eric D. LARSON & Alii. Steam – Injected Gas-Turbine Cogeneration for the Cane Sugar Industry. Princeton University, USA – 1987.
3. Luiz Otávio Gomes KOBLITZ. Geração Comercial de Energia Elétrica no Setor Sucro-Alcooleiro. 1987.

REMOÇÃO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS ATRAVÉS DO SISTEMA DE HIDROSSELEÇÃO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ETANOL

*Marion PATERSON
**Sebastião Edson L. de ARAÚJO
**José Ivo de MORAES
***Francisco de Assis Dutra MELO

RESUMO

O desempenho do sistema de hidrosseleção introduzido no processo de destilação da GRAMAME Industrial e Agrícola S.A. – Giasa, no Estado da Paraíba, foi avaliado através da quantificação dos contaminantes orgânicos, contidos nas misturas alcoólicas, durante o processo de fabricação de etanol industrial.
A hidrosseleção do esgotamento da coluna D foi conduzida na coluna C (coluna de desidratação), que foi adaptada ao sistema, utilizando para a diluição a água quente proveniente do condensador E1, com aquecimento adicional de um sistema de vapor.
Os resultados das análises permitiram estabelecer algumas correlações, tais como, entre a concentração de etanol na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção e a concentração de etanol no álcool de 2ª, proveniente do condensador H1, e entre o último e a concentração de componentes pesados (álcool propílico normal, álcool isobutílico, álcool butílico normal e álcool isoamílico) no álcool de 2ª, proveniente do condensador H1.
E, também, entre a temperatura do trigésimo sétimo prato da coluna de hidrosseleção (coluna C) e a concentração de álcool isoamílico no álcool de 2ª proveniente do condensador H1, e entre o primeiro e a concentração de componentes leves (ésteres e aldeídos) no álcool de 2ª do condensador H1.
Os resultados médios obtidos das análises mostram que o sistema foi eficiente na remoção não somente dos componentes leves mas, também, dos componentes pesados. A qualidade média do produto final estava dentro das especificações padrões exigidas pelo Instituto do Açúcar e do Álcool.

INTRODUÇÃO

A necessidade de conciliar os altos níveis de produção e a qualidade do produto final dentro dos padrões exigidos pela indústria alcoolquímica, levou a GRAMAME Industrial e Agrícola S.A. – GIASA a empregar a técnica de hidrosseleção para a eliminação de contaminantes orgânicos da mistura alcoólica no processo de fabricação de etanol industrial.

Encontra-se na literatura, conforme GONZALES & IGARASHI[3], e outros, citações sobre à eficiência do processo de hidrosseleção quanto a remoção do acetato de etila e dos aldeídos leves, porém com pouca ou nenhuma influência sobre álcoois superiores e a acidez. Entretanto, trabalhos conduzidos por MORAES et alii[4] constataram, através de ensaios experimentais, que a concentração dos álcoois superiores no álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção, superou a de produtos leves.

O princípio do processo de hidrosseleção é baseado nas teorias de retificação de Sorel & Barbet[1, 6], onde o primeiro considera as diferenças de solubilidade das impurezas no álcool concentrado em ebulição, enquanto que o segundo leva em conta a temperatura de ebulição de cada impureza. Como cita GONZALES & IGARASHI[3], a diluição de uma solução alcoólica impura favorece de maneira considerável a depuração. Em decorrência da alta diluição, a maior parte das impurezas, inclusive as de cauda passam a ter um coeficiente K1 de Barbet mais elevado, funcionando como produto de topo.

Conforme PERRY & CHILTON[5], os processos de separação atingem os seus objetivos mediante a criação de

* Engenheira Química, Pesquisadora da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.
** Engenheiros Químicos da Destilaria GIASA/PB.
*** Químico Industrial, Chefe da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.

duas ou mais zonas coexistentes e que têm diferenças na temperatura, na pressão, na composição ou no estado da fase. Cada espécie molecular pertencente à mistura que se quer separar reagirá de maneira singular às diferentes vizinhanças oferecidas por estas zonas. Por isso, quando o sistema evolui para o equilíbrio, cada espécie terá uma concentração diferente em cada zona, e isto leva a uma separação entre elas. O processo de destilação adota, como zonas coexistentes, as fases vapor e líquido em temperatura e pressão essencialmente iguais.

A separação global que se consegue entre o produto de topo e o produto de cauda depende principalmente das volatilidades relativas dos componentes, do número de pratos na coluna e da razão entre as taxas de líquido e as taxas de vapor[5].

O sistema de hidrosseleção constou da introdução da coluna C (coluna de desidratação) para a diluição e redestilação do esgotamento da coluna D. Para a diluição foi utilizada a água quente procedente do condensador E1 mais um sistema de vapor para aquecimento da água.

O presente trabalho tem por objetivo analisar alguns aspectos referentes ao processo de hidrosseleção através da quantificação das substâncias orgânicas contaminantes, presentes nas misturas alcoólicas antes e após a hidrosseleção e no álcool de 2ª proveniente da hidrosseleção.

SUMMARY

The performance of the hydroselection system introduced to the distillation process of the GRAMAME Industrial e Agrícola S.A. Giasa Distillery, in the State of Paraíba, was evaluated by the quantitative identification of the organic contaminants in the alcoholic mixtures during the fabrication process of industrial ethanol. The hydroselection of the alcoholic mixture proceeding from the D column was carried out in the C column (dehydration column), which was adapted to the system, using for the dilution hot water from the E1 condenser with added heat from a vapor system. The results of the analyses enabled us to establish some correlations, such as, between the ethanol content of the hydroalcoholic solution after the hydroselection and the ethanol content of the alcoholic mixture from the H1 condenser, and between the latter and the heavy components content (normal propyl alcohol, isobutyl alcohol, normal butyl alcohol and isoamyl alcohol) of the alcoholic mixture from the H1 condenser. Also between the temperature of the thirty seventh plate from the hydroselection column (C column) and the isoamyl alcohol content of the alcoholic mixture from the H1 condenser, and between the former and the light components content (esters and aldehydes) of the alcoholic mixture from the H1 condenser. The average results obtained from the analyses show that the system was efficient for the removal not only of light components but also of heavy components. The average quality of the final product was within the standard specifications required by the Sugar and Alcohol Institute.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na GRAMAME Industrial e Agrícola S.A. -- Giasa, Paraíba, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, da safra 1986/87, durante alguns dos períodos de fabricação de etanol industrial.

Os testes foram realizados em um aparelho de destilação de fabricação Codistil, tipo Flegstil, de pratos perfurados, com capacidade nominal de 90.000 *l* de etanol anidro por dia e capacidade efetiva de 200.000 *l* de etanol hidratado por dia. Durante os períodos estudados, a capacidade efetiva do aparelho foi de 168.000 *l* de etanol industrial por dia. A hidrosseleção foi realizada sobre o esgotamento da coluna D, diluindo com água quente (ver Tabela I), em uma coluna de desidratação (coluna C), de fabricação Codistil, com capacidade nominal de 40.000 *l* de etanol anidro por 24 horas. Ressalta-se que, além do esgotamento da coluna D, puderam ser utilizados na hidrosseleção, os álcoois de 2ª provenientes dos condensadores R1, E2 e H1 (se estiver fazendo repasse na coluna C de desidratação). As temperaturas de trabalho dos pratos C4, C14 e C37 da coluna de hidrosseleção, durante o período estudado, estão apresentadas na Tabela I. Convém salientar que no processo convencional se utiliza a coluna de debenzolagem (P) como coluna de hidrosseleção. A Figura 1 mostra o fluxograma do processo de hidrosseleção testado.

Tabela I. Valores mínimos, médios e máximos para temperaturas (°C) da água de diluição e dos pratos C4, C14 e C37 da coluna de hidrosseleção.

	Temperatura (°C)		
	Mínima	Média	Máxima
Água de diluição	75.5	82.9	90.0
Prato C 4	83.0	88.8	96.0
Prato C 14	81.9	88.0	92.8
Prato C 37	82.2	89.4	95.5

Foram coletadas, periodicamente, amostras da mistura alcoólica proveniente da coluna D, da solução hidroalcoólica na saída da coluna de hidrosseleção (coluna C) e do álcool de 2ª, na saída do condensador H1, procedente da coluna de hidrosseleção (ver pontos de retirada de

amostras na Figura 1). As amostras foram resfriadas, a cerca de 25ºC no laboratório e, em seguida, realizadas as análises. O número de amostras analisadas, por mistura alcoólica, foi superior a noventa. Com o objetivo de conhecer a composição do vinho a ser destilado, foram coletadas, periodicamente, na dorna volante, amostras de vinho, perfazendo um total de 23 amostras.

Figura 1. Fluxograma do Sistema de Hidrosseleção. Os números 1, 2 e 3 representam os pontos de retirada de amostras da mistura alcoólica proveniente da coluna D, da solução hidroalcoólica na saída da coluna de hidrosseleção (Coluna C) e do álcool de 2ª procedente da hidrosseleção, respectivamente.

As concentrações de etanol, acetaldeído, acetato de metila, acetato de etila, álcool propílico normal, álcool isobutílico, álcool butílico normal e álcool isoamílico foram determinadas por cromatografia em fase gasosa (CG Instrumentos Científicos, modelo CG3537). As amostras para as análises de etanol foram submetidas a uma diluição de 1/10 v/v com água destilada, enquanto que, para as demais análises, as amostras foram diluídas na razão de 5/100 v/v, utilizando etanol industrial de composição conhecida. As determinações no vinho foram realizadas através de cromatografia gasosa após destilação das amostras[2]. Foram, também, determinados nas amostras de álcool, o teor alcoólico utilizando o densímetro de Gay-Lussac (15ºC) e a acidez total[2], expressa em mg de ácido acético/100 ml. O método utilizado para a determinação de acidez total empregou a fenolftaleína como indicador. Nas amostras de vinho foi determinada a acidez sulfúrica[2], expressa em g ácido sulfúrico/l.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela II resume os resultados médios dos contaminantes orgânicos, em termos de acetaldeído, acetato de metila, acetato de etila, álcool propílico normal, álcool isobutílico, álcool butílico normal e álcool isoamílico, nas amostras de álcool antes e após a hidrosseleção. Os dados apresentados indicam que ocorreu uma remoção esperada de produtos leves, principalmente do acetato de etila. Por outro lado, os dados mostram que, também ocorreu uma remoção de produtos pesados e que aproximadamente 65% do conteúdo de contaminantes orgânicos analisados no álcool de 2ª corresponde somente ao álcool isoamílico. Semelhantemente, MORAES et alii[4] verificaram, em estudo realizado durante a safra 1985/86, que a concentração de álcoois superiores no álcool de 2ª proveniente de hidrosseleção superou a de produtos leves, porém, a concentração do álcool isoamílico foi na proporção de 20 a 30% da composição da mistura. Entretanto, os resultados não foram muito representativos devido ao número reduzido de amostras analisadas.

A Tabela III mostra os valores médios referentes às concentrações de etanol, determinados por densimetria (ºGL) e por cromatografia (ml/100 ml), e de acidez total, expressa em mg ácido acético/100 ml, das amostras antes e após a hidrosseleção e do álcool de 2ª. Os resultados do ºGL foram apresentados a 26ºC (temperatura média das análises) e a 15ºC (com a correção em função da temperatura).

A Figura 2 relaciona o ºGL, determinado por densimetria, com a concentração de etanol, determinada por cromatografia, na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção. Uma vez que a concentração de substâncias contaminantes na mistura alcoólica após a hidrosseleção é reduzi-

da, a interferência na densidade não é tão acentuada, obtendo uma boa correlação e altamente significativa estatisticamente.

A Tabela IV apresenta as médias dos resultados diários da composição do álcool final (etanol industrial) produzido durante o período estudado. Enquanto que a Tabela V indica os resultados gerais das análises do etanol industrial produzido durante a safra 1986/87 (tanques 1 e 2). realizadas pela Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco e as especificações do etanol industrial (Resolução nº 07/82 do Conselho Nacional de Petróleo). Observa-se que os dados obtidos estão todos dentro dos limites dos padrões de qualidades exigidos pelo Instituto do Açúcar e do Álcool.

A composição média, em termos de concentrações de contaminantes orgânicos e de etanol e a acidez sulfúrica (expressa em g de ácido sulfúrico/l), do vinho,está apresentada na Tabela VI.

Tabela II. Teores médios dos principais contaminantes orgânicos das misturas alcoólicas antes e após a hidrosseleção e do álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção.

Componente	Mistura alcoólica antes da hidrosseleção	Mistura alcoólica após a hidrosseleção	Álcool de 2ª da hidrosseleção
Acetaldeído (mg/100ml)	106.693	60.505	157.673
Acetato de metila (mg/100ml)	58.436	40.140	30.184
Acetato de etila (mg/100ml)	37.122	21.041	568.383
Álcool propílico normal (mg/100ml)	82.067	57.979	178.414
Álcool isobutílico (mg/100ml)	194.371	44.153	2.413.638
Álcool butílico normal (mg/100ml)	24.900	7.699	185.915
Álcool isoamílico (mg/100ml)	759.036	159.252	6.875.903

Tabela III. Resultados médios das concentrações de etanol (por densimetria a 26°C e 15°C e por cromatografia) e a acidez total das misturas alcoólicas antes e após a hidrosseleção e do álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção.

Determinação	Mistura alcoólica antes da hidrosseleção	Mistura alcoólica após a hidrosseleção	Álcool de 2ª da hidrosseleção
Etanol (ml/100ml)	65.920	15.865	62.100
Etanol à 26°C (°GL)	66.7	16.6	72.2
Etanol à 15°C (°GL)	62.8	14.1	68.5
Acidez total (mg ácido acético/100ml)	7.46	1.30	11.97

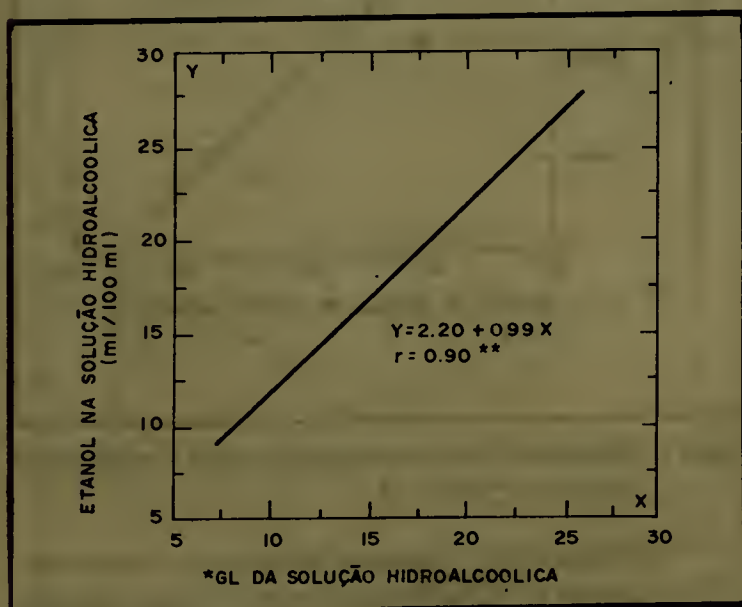



Figura 2. Relação entre o °GL determinado por densimetria e a concentração de etanol (ml/100 ml) determinada por cromatografia na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção.

Tabela IV. Médias dos valores médios diários dos contaminantes orgânicos, do teor alcoólico e da acidez total do etanol industrial, durante o período estudado.

Acetaldeído	3.08 (mg/100 ml)
Ésteres	8.04 (mg/100 ml)
Álcoois superiores*	0.76 (mg/100 ml)
Acidez total	1.46 (mg/100 ml)
Teor alcoólico	94.16 °INPM

*Somatório do álcool propílico normal, álcool isobutílico, álcool butílico normal e álcool isoamílico.

A Figura 3 ilustra as correlações entre a concentração de etanol na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção e a concentração de etanol no álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção e entre o primeiro e a concentração de componentes pesados no álcool de 2ª. A relação entre as concentrações de etanol e componentes pesados no álcool de 2ª é apresentada na Figura 4.

Tabela V. Resultados das análises realizadas pelo ITEP referentes à qualidade do etanol industrial produzido durante a safra 1986/87 (tanques 1 e 2) e as especificações exigidas pelo IAA.

Parâmetro	Tanque 1	Tanque 2	Especificação oficial
Teor alcoólico (exp. em °INPM)	94.40	94.10	93.4 a 94.2
Acidez total (exp. em ácido acético) mg/100 ml	0.43	0.36	3.0
Aldeído (exp. em aldeído acético) mg/100 ml	2.35	2.46	6.0
Ésteres (exp. em acetato de etila) mg/100 ml	2.45	3.14	8.0
Álcoois superiores (exp. em álcoois superiores) mg/100 ml	0.48	0.64	6.0

Tabela VI. Composição média do vinho, em termos das concentrações de contaminantes orgânicos e etanol e da acidez.

Acetaldeído	3.443 (mg/100 ml)
Acetato de metila	0.549 (mg/100 ml)
Acetato de etila	1.192 (mg/100 ml)
Álcool propílico normal	5.329 (mg/100 ml)
Álcool isobutílico	10.889 (mg/100 ml)
Álcool butílico normal	1.001 (mg/100 ml)
Álcool isoamílico	21.319 (mg/100 ml)
Etanol	7.212 (ml/100 ml)
Acidez	3.15 (g de ácido sulfúrico/l)

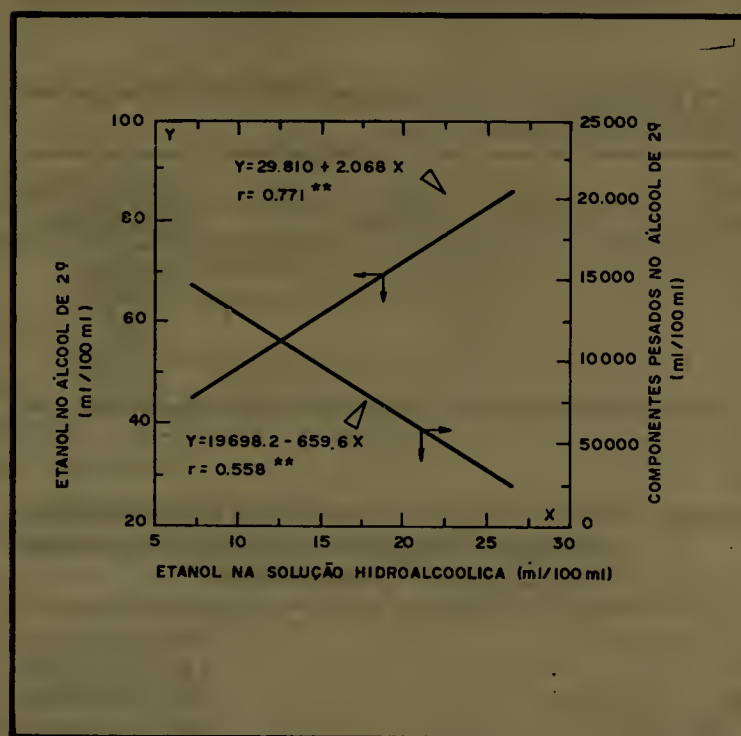



Figura 3. Relação entre a concentração de etanol na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção e a concentração de etanol no álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção, e entre o primeiro e a concentração de componentes pesados no álcool de 2ª.

Verifica-se que, para as concentrações de etanol mais baixas (maior diluição), ocorreu maior remoção de componentes pesados. Este fato pode ser explicado pelas teorias básicas de Sorel e Barbet in ALMEIDA[1] e RASOVISK[6]. Porém, existe, também, a possibilidade de formação de azeótropos. Conforme citado em PERRY e CHILTON[5], um azeótropo é uma mistura líquida que tem um ponto de ebulição máximo ou mínimo em relação aos pontos de ebulição das misturas com composições nas vizinhanças da sua. A ocorrência de temperaturas máximas ou mínimas na superfície que representa a temperatura contra a composição é provocada por desvios negativos ou positivos, respectivamente, em face à lei de Raoult. O desvio positivo implica em ser o coeficente de atividade maior que 1.0 e o seu logarítmo, por isso, positivo; o desvio negativo significa que o coeficiente de atividade é menor que 1.0. Os componentes que têm ebulições próximas, com pequenos desvios em relação à idealidade, podem formar azeótropos. Os azeótropos são raros com substâncias cujos pontos de ebulição diferem em mais de 30°C. Na Tabela VII estão os dados de alguns azeótropos binários.

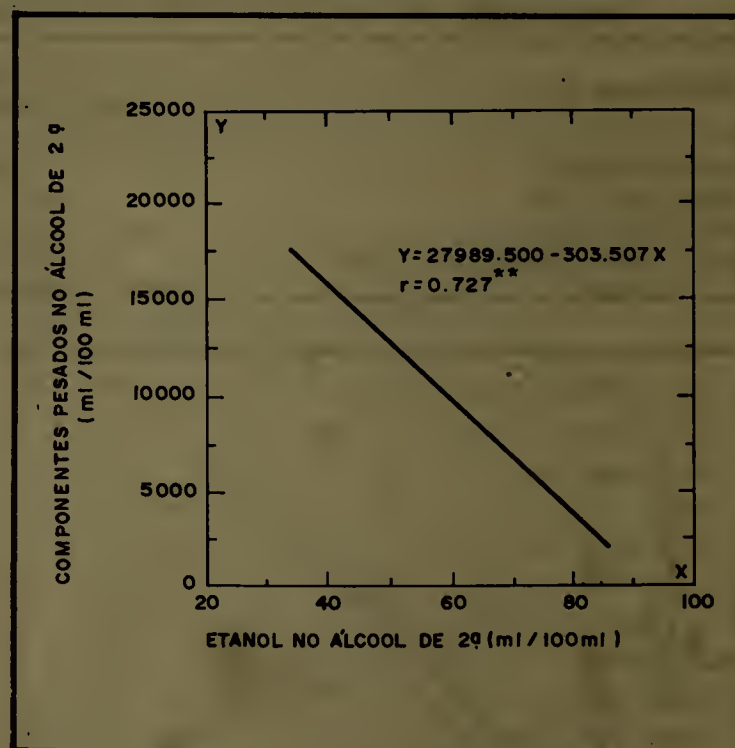



Figura 4. Relação entre as concentrações de etanol e componentes pesados no álcool de 2ª.

As figuras 5 e 6 ilustram o efeito da temperatura (°C) da coluna de hidrosseleção (prato 37) nas concentrações de ésteres, aldeídos e álcool isoamílico no álcool de 2ª proveniente da hidrosseleção. Embora as correlações não foram boas, os resultados foram altamente significativos.

Tabela VII. Azeótropos binários de mínimo *.

Sistema A	Sistema B	% molar de A	Temp. °C
	Pressão de 760 mm Hg		
Água . . .	Etanol	10.57	78.15
	Álcool propílico normal	56.83	87.72
	Álcool isopropílico	31.46	80.37
	Acetato de etila (heterogêneo)	24.00	70.40
	Álcool butílico (heterogêneo)	75.00	92.25
	Álcool isobutílico	67.14	89.92
	Álcool butílico (sec)	66.00	88.50
	Álcool butílico (terc)	35.41	79.91
	Álcool isoamílico (terc. heterogêneo)	82.79	95.15
	Álcool amílico (terc. heterogêneo)	65.00	87.00

* Resumido de PERRY E CHILTON[5]

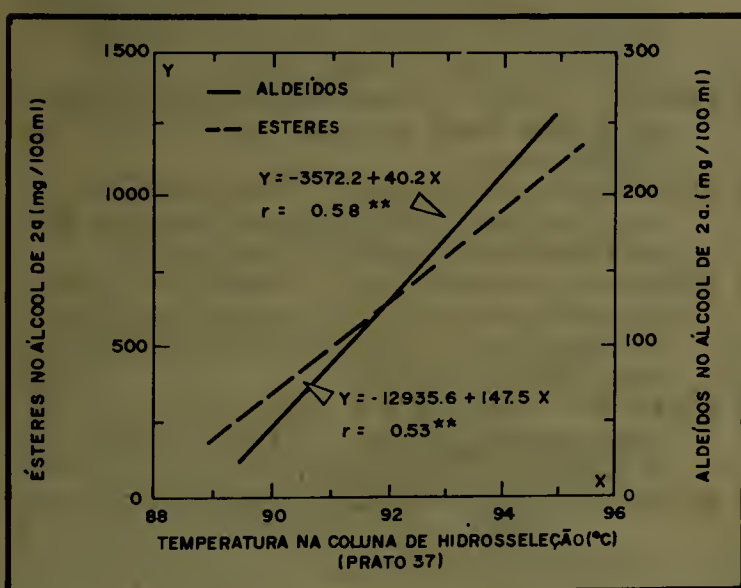



Figura 5. Influência da temperatura na coluna de hidrosseleção (prato 37) nas concentrações de ésteres e aldeídos no álcool de 2ª.

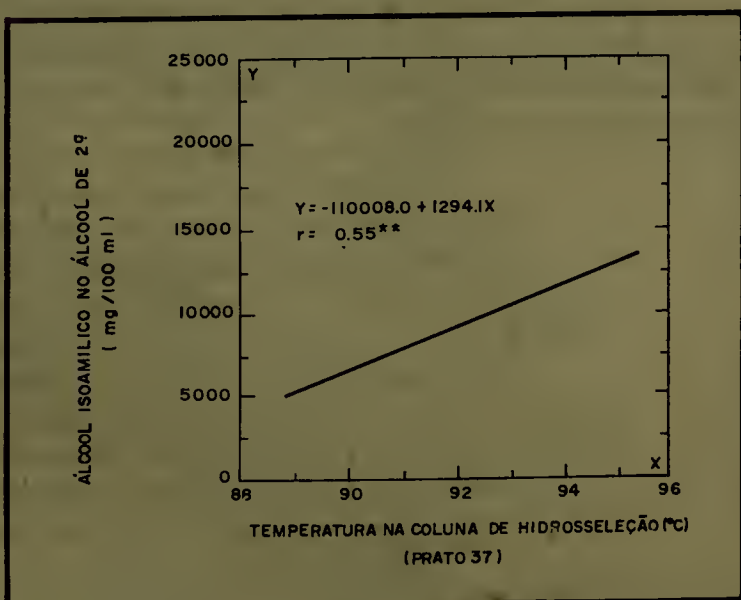



Figura 6. Influência da temperatura na coluna de hidrosseleção (prato 37) na concentração de álcool isoamílico no álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção.

A Figura 7 mostra a relação entre a acidez total e o °GL (diluição) da solução hidroalcoólica após a hidrosseleção. Os dados apresentados foram as médias diárias obtidas durante o período estudado.

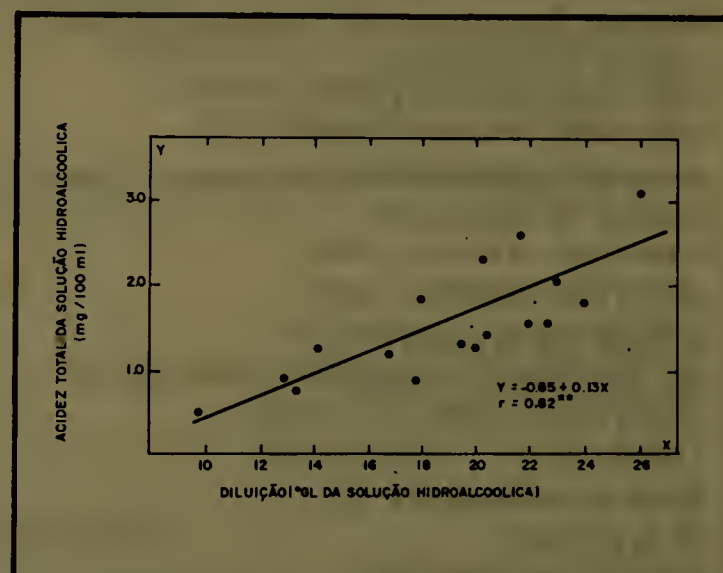



Figura 7. Relação entre a acidez total e a diluição (°GL) da solução hidroalcoólica após a hidrosseleção.

Balanço de álcool na Coluna de Hidrosseleção (estimado)

A Figura 8 mostra o diagrama do sistema de hidrosseleção utilizado para o balanço de álcool, onde A, B, C e D correspondem à mistura alcoólica proveniente da coluna D à água de diluição, ao álcool de 2ª e à solução hidroalcoólica após a hidrosseleção, respectivamente.

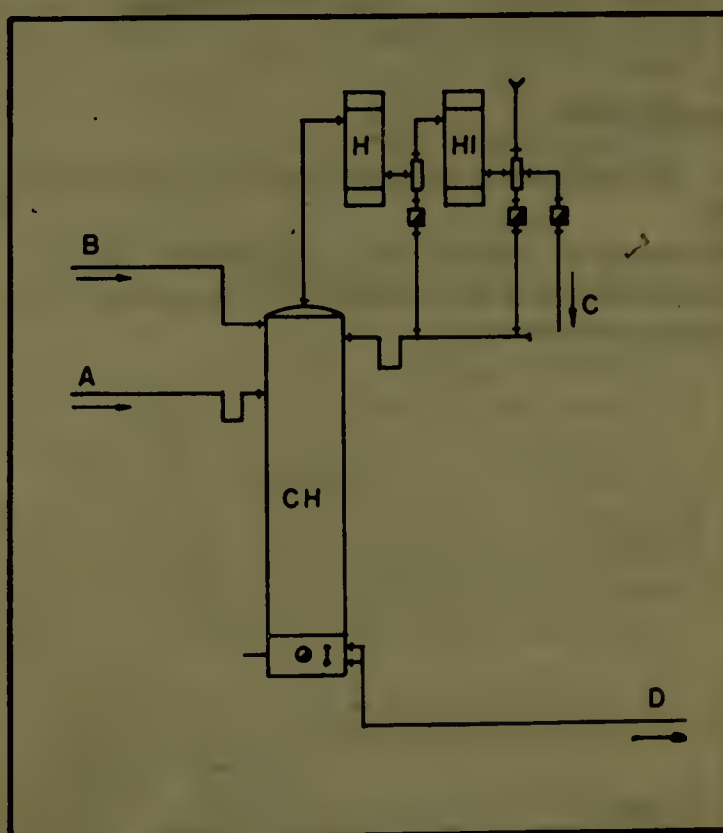



Figura 8. Diagrama do sistema de hidrosseleção utilizado no balanço de álcool.

A produção horária de etanol industrial foi de 7.000 l/h utilizando vinho com teor alcoólico médio de 6.36ºGL (determinado no ebuliômetro). O mosto foi de caldo de cana in natura.

– Álcool de 2ª, proveniente do condensador R1 (opção eventual), 3% da produção.
  7.000 x 0.03 = 210.0 l/h à 93ºGL
  210.0 x 0.93 = 195.3 l/h à 100ºGL
– Álcool de 2ª, proveniente do condensador E2 (opção eventual), 5% da produção.
  7.000 x 0.05 = 350.0 l/h à 94ºGL
  350.0 x 0.94 = 329.0 l/h à 100%
– Álcool da base da coluna D (A), 30% da produção, considerando um refluxo de 1:10
  7.000 x 0.30 = 2 100,0 l/h à 62.8ºGL
  2.100,0 x 0,628 = 1.318,8 l/h à 100%
– Álcool do condensador H1 (C), 1% da produção
  7.000 x 0.01 = 70 l/h à 100%
  (70 x 100) : 68.5 = 102.2 l/h à 68.5ºGL
– Mistura alcoólica que desce a coluna de hidrosseleção (D)
  1.318,8 - 70,0 = 1.248,8 l/h
  1.248,8 : 0.141 = 8.856,7 l/h
– Consumo de água (B)
  8.856,7 - 1.248,8 = 7 607,9 l/h
  Dados de entrada e saída de álcool da coluna

A	+	B	=	C	+	D
1.318,8	+	7.607,9	=	70,0	+	8.856,7
		8.926,7	=	8.926,7		

CONCLUSÕES

Da discussão dos resultados obtidos pode-se concluir que:

O sistema de hidrosseleção foi eficiente na remoção, não somente dos componentes leves mas, também, dos componentes pesados.

. A remoção de componentes pesados no álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção, foi maior quando a concentração de etanol na solução hidroalcoólica após a hidrosseleção foi menor (maior diluição).

. A acidez total da solução hidroalcoólica após a hidrosseleção variou em função da diluição.

. As temperaturas da água de diluição e da coluna de hidrosseleção apresentaram efeitos significativos na remoção de contaminantes orgânicos através do álcool de 2ª, proveniente da hidrosseleção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, J.L. e MENEZES, R.G. (1986). Avaliação das modificações introduzidas no setor de destilação na safra 1984/85, In: SIMPÓSIO DE AVALIAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DE ALAGOAS, 3. Alagoas. **Anais.** Piracicaba. p.136-53.
2. ARAÚJO, J.A. (1982). **Controle físico químicos na fabricação do álcool etílico.** Rio Largo, IAA/PLANALSUCAR. COONE. 119p.
3. GONZALES, C A. & IGARASHI, T. (1982). Redução do volume de álcool baixo na produção de álcool hidratado, **Boletim Técnico COPERSUCAR**, São Paulo, (18):2-19.
4. MORAES, J.I.: ARAÚJO, S.E.L.: CARDOSO, M.S. (1986). Localização e remoção de produtos secundários da coluna de retificação para produção de álcool etílico. **STAB**, São Paulo, 5(2):35-7, nov./dez.
5. PERRY, R.H. e CHILTON, C.H. (1980). Destilação. In: **Manual de engenharia química.** 5. ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, cap. 13, p.13/3 - 13/55.
6. RASOVSKI, E.M. (1973). **Álcool.** IAA, Rio de Janeiro, 384p.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer à técnica Conceição Aparecida Gomes Soares, da Área Regional de Indústria do IAA/PLANALSUCAR e aos técnicos que compõem o Laboratório Industrial da Destilaria GIASA, pela cooperação na realização das análises.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA FERMENTAÇÃO ETANÓLICA EM DIFERENTES SITUAÇÕES DO PROCESSO INDUSTRIAL

*Marion PATERSON
*Josilene Maria de Moraes BORBA
**Francisco de Assis Dutra MELO
***José Ivo de MORAES

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o processo de fermentação etanólica da Destilaria Gramame Industrial e Agrícola S.A. – GIASA, no Estado da Paraíba, em quatro períodos distintos, durante a safra 1987/88.
No primeiro período foi utilizada na produção de etanol a cepa de levedura *Saccharomyces cerevisiae* ASTY, enquanto que nos demais foi utilizada a cepa *Saccharomyces uvarum* IZ 1904.
Dois tipos de tratamentos de fermento foram analisados. O primeiro seguiu o esquema convencional de recuperação de fermento empregado no processo de Melle-Boinot, com abaixamento de pH pela adição de ácido sulfúrico. O segundo tratamento constou da recuperação do fermento sem abaixamento do pH.
O acompanhamento do processo de fermentação etanólica foi realizado através dos controles físico-químicos e microbiológicos do caldo de cana, do vinho, do leite de levedura e do fermento tratado.
Os melhores resultados relativos a eficiência, produtividade e rendimento de fermentação foram obtidos no último período estudado, quando a cepa *S. uvarum* IZ 1904 foi utilizada em tratamento convencional de recuperação de fermento, com abaixamento do pH.

INTRODUÇÃO

Na produção de etanol, principalmente durante o processo fermentativo, são inúmeras as formas de perdas que contribuem para a redução do rendimento e da produtividade industrial.

Diversos trabalhos têm sido conduzidos nos últimos anos com o objetivo de identificar as causas dessas perdas e de quantificá-las, aperfeiçoando dessa forma o processo de fermentação etanólica.

De acordo com AMORIM & OLIVEIRA[2] a diminuição da produção de etanol pode ser causada por diversos motivos, tais como: consumo de açúcar pelo microorganismo infestante; consumo do álcool produzido (como no caso das bactérias acéticas); morte de células de leveduras por toxinas lançadas ao meio pelo microorganismo infestante ou pelo excesso de ácido ou de outro produto utilizado para combater a infecção; e perdas de células de leveduras no fundo das dornas ou nas centrífugas.

Segundo FINGERUT et alii[6], para que o rendimento, a produtividade e a flexibilidade do processo fermentativo sejam maximizados deve-se procurar manter o equilíbrio entre as populações microbianas do meio favorável às leveduras, e neste sentido o controle microbiológico é considerado um instrumento muito importante.

STUPIELLO & HORII[8] sugerem diferentes sistemas de tratamentos de preparo de mosto que visam a redução da quantidade de impurezas grosseiras, da carga microbiana e da formação de espuma e aumento do teor de açúcar total, resultando em maior eficiência do processo.

* Engenheiras Químicas, Pesquisadoras da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.
** Químico Industrial, Chefe da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.
*** Engenheiro Químico da Destilaria GIASA/PB.

VASCONCELOS et alii[11] recomendam o aproveitamento adequado do fundo de dorna, eliminando dessa forma um ponto de perdas no processo fermentativo e produzindo uma melhora na eficiência de fermentação alcoólica industrial.

Conforme BOVI & MARQUES[5] o tratamento ácido do fermento deve ser encarado com certas restrições, devendo sua intensidade variar de acordo com o índice de contaminação do meio. Um tratamento ácido enérgico pode ter um efeito negativo sobre as células de leveduras.

A Gramame Industrial e Agrícola S.A. – Destilaria GIASA realizou algumas modificações no seu processo fermentativo, no decorrer da safra 1987/88, visando a alcançar melhores eficiências do processo.

Este trabalho tem por objetivo analisar estas modificações através dos resultados obtidos do acompanhamento do processo de fermentação etanólica, principalmente dos parâmetros eficiência, rendimento e produtividade.

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the ethanol fermentation process of the Gramame Industrial e Agrícola S.A. (GIASA) Distillery, in the state of Paraíba, in from different periods, during the 1987/88 sugarcane harvest.
In the first period the yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* ASTY was used for the ethanol production, whereas the strain *Saccharomyses uvarum* IZ 1904 was used in the following three periods.
Two types of yeast treatments were analysed.
The first one was the conventional system of yeast recuperation used in the Melle-Boinot process, lowering the pH by adding sulphuric acid.
The second treatment consisted of recuperating the yeast without the pH.
The ethanol fermentation process was controlled by physical-chemical and microbiological analyses of the sugarcane juice, wine, yeast cream and trated yeast.
The best fermentation yield and productivity results were obtained during the last period using the strain *S. uvarum* IZ 1904 and the conventional system of yeast recuperation, by lowering the pH.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na Gramame Industrial e Agrícola S.A. – Destilaria GIASA, no Estado da Paraíba, em quatro períodos distintos, durante os meses de setembro a dezembro, da safra 1987/88.

O processo de fermentação etanólica foi descontínuo, em dornas abertas, utilizando caldo de cana como mosto. A destilaria produziu, também,fermento seco para utilização na composição de ração animal, durante a referida safra.

No primeiro período de 29 de setembro a 2 de outubro, foi utilizada na produção de etanol a cepa de levedura *Saccharomyces cerevisiae* ASTY. Dois tipos de tratamento do fermento foram avaliados através do acompanhamento dos processos de fermentação etanólica, em duas dornas, com capacidade de 200 e 300 m^3. O primeiro tratamento seguiu o esquema convencional de recuperação do fermento empregado no processo de Melle-Boinot, com abaixamento de pH utilizando ácido sulfúrico (o pH médio encontrado foi de 2,5). O segundo tratamento constou da recuperação do fermento sem abaixamento de pH (o valor médio obtido foi de 3,3).

No segundo período, de 23 a 26 de novembro, a cepa de levedura empregada na produção de etanol foi a *Saccharomyces uvarum* IZ 1904. O processo de fermentação etanólica foi acompanhado em três dornas, duas de 200 m^3 e uma de 300 m^3 e o tratamento de fermento empregado foi o de recuperação sem o abaixamento do pH (o valor médio encontrado foi de 3,6). Entretanto, com o objetivo de minimizar a ação de agentes contaminantes no meio, um produto, à base de pentaclorofenato de sódio, foi adicionado ao fermento na concentração de 2 ppm.

No terceiro e quarto períodos, de 8 a 11 e de 15 a 18 de dezembro, respectivamente, também, se utilizou na produção de etanol a cepa de leveduras *S. uvarum* IZ 1904. Em ambos os períodos, o processo de fermentação etanólica foi acompanhado em três dornas, duas de 200 m^3 e uma de 300 m^3. O tratamento de fermento adotado foi o de recuperação com o abaixamento do pH pela adição do ácido sulfúrico (o pH médio obtido foi de 2,5), como desinfetante do processo.

Em todos os períodos, foi utilizado na moenda um produto à base de sais quaternários de amônio, na concentração de 20 ppm. No último período, foi empregado, também, um produto organosulfuroso na concentração de 20 ppm.

Em todos os períodos estudados, foram coletadas, periodicamente, amostras compostas de caldos primário e misto e de fermento seco. Contudo, as amostras compostas de mosto de alimentação, vinho levurado, vinho delevurado e fermento tratado foram coletadas durante cada ciclo do processo. Foram acompanhados cinco ciclos completos, por período.

Nos caldos primários e misto e no mosto de alimentação foi determinado o índice de contaminação[4]. Imediatamente após a coleta, as amostras foram preparadas segundo a metodologia convencional de diluição em série, semeadas em placas de Petri com YPD-Agar e incubadas à 30°C por 48 horas. O número total de análises realizadas

foi de cento e oitenta. O meio de cultura empregado foi composto de extrato de levedura, 10g/l; glicose, 20 g/l; fosfato di-ácido de potássio 0,5 g/l e agar 20 g/l.

No mosto de alimentação foram determinados o Brix %, a Pol %, os açúcares redutores de acordo com EYNON & LANE, a acidez titulável[3], o pH medido em potenciômetro e as concentrações de nitrogênio[7], fósforo[7] e potássio[7].

Nos vinhos levurado e delevurado, no leite de levedura e no fermento tratado, foram determinados a viabilidade celular (%), o número de leveduras vivas/ml, leveduras em brotamento e viabilidade brotamento (%). As análises microbiológicas foram realizadas em microscópio Olympus CBA com hemacitômetro Neubauer. A percentagem de células mortas foi avaliada por coloração cor azul de metileno e posterior contagem no microscópio.

As concentrações de etanol, acetaldeído, acetado de metila, acetado de etila, álcool propílico normal, álcool isobutílico, álcool butílico normal e álcool isoamílico foram determinadas no vinho, após destilação das amostras, utilizando cromatografia em fase gasosa (CG Instrumentos Científicos, modelo CG 3537).

No fermento seco foi determinado o teor de proteína bruta (N total * 6,25) pelo método microkjeldahl[7].

Foram medidos, também, os volumes de caldo, vinho e leite de levedura, bem como a água adicionada ao leite, a fim de possibilitar os cálculos de eficiências, rendimentos e produtividades.

Convém ressaltar que, no cálculo de produtividade foi considerado como tempo de fermentação o intervalo entre o início de alimentação e o final de fermentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela I indica as cepas de leveduras e os tratamentos de fermentos utilizados, por período estudado.

A Tabela II resume os resultados médios, por período, dos índices de contaminação microbiana dos caldos primários e misto e do mosto de alimentação das dornas. Verifica-se que, em todos os períodos estudados, a concentração de células/ml no caldo misto foi elevada, não havendo variações significativas. Entretanto, no mosto de alimentação, ocorreu um aumento no índice de contaminação, principalmente nos dois últimos períodos. A Figura 1 ilustra a correlação entre o índice de contaminação do mosto de alimentação (células/ml) e a acidez do mosto de alimentação (expressa em g de ácido sulfúrico/l).

A Tabela III apresenta os resultados médios de Brix, açúcares redutores totais (g/100 ml), acidez (g de ácido sulfúrico/l) e pH dos mostos de alimentação, por período.

Tabela I. Cepas de leveduras e tipos de tratamentos de fermento, por período estudado.

Período	Levedura	Tratamento do fermento
1 (a)	*S. cerevisiae* ASTY	Recuperação convencional, com utilização de ácido sulfúrico.
1 (b)	*S. cerevisiae* ASTY	Recuperação sem utilização de ácido sulfúrico.
2	*S. cerevisiae* ASTY	Recuperação sem utilização de ácido sulfúrico, com adição de produto químico desinfetante.
3	*S. uvarum* IZ 1904	Recuperação convencional, com utilização de ácido sulfúrico.
4	*S. uvarum* IZ 1904	Recuperação convencional, com utilização de ácido sulfúrico.

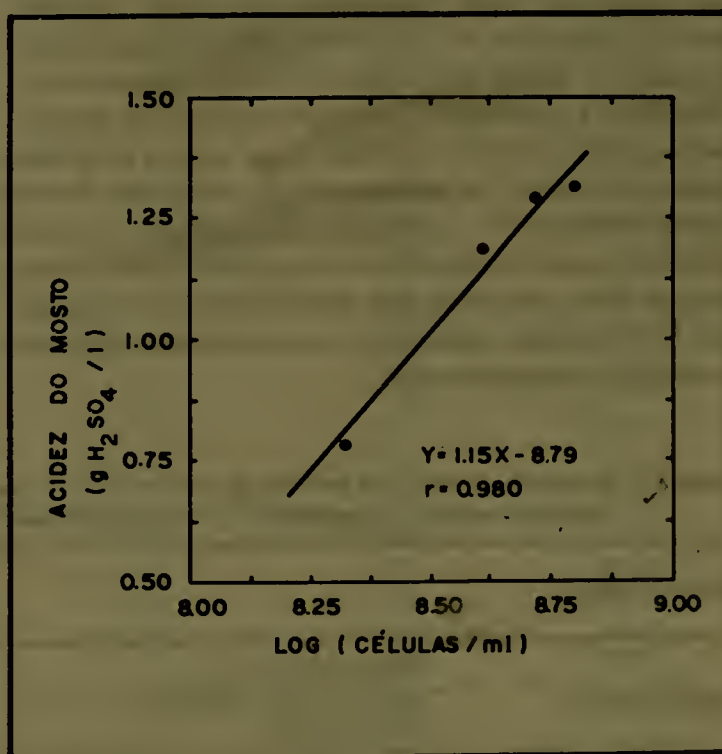



Figura 1. Relação entre índice de contaminação do mosto de alimentação (log. células/ml) e a acidez (g de ácido sulfúrico/l) do mosto de alimentação, nos períodos estudados.

Tabela II. Resultados médios dos índices de contaminação (células/ml) dos caldos primários e misto e do mosto de alimentação.

Material analisado	Período 1	2	3	4
Caldo primário	–	$9,0 \times 10^7$	$1,4 \times 10^8$	$4,5 \times 10^7$
Caldo misto	$1,1 \times 10^8$	$3,1 \times 10^8$	$1,4 \times 10^8$	$1,1 \times 10^8$
Mosto de alimentação	$2,1 \times 10^8$	$4,1 \times 10^8$	$5,2 \times 10^8$	$6,5 \times 10^8$

Tabela III. Resultados médios da qualidade tecnológica dos mostos de alimentação das dornas, por período estudado.

Determinação	Período 1	2	3	4
Brix (g/100g)	11,97	16,27	17,00	17,04
Açúcares redutores totais (g/100ml)	10,62	14,90	15,28	15,55
Acidez (g de ácido sulfúrico/l)	0,78	1,19	1,29	1,31
pH	5,01	5,12	5,22	5,15

Figura 2. Variação das concentrações de Nitrogênio (ppm N), fósforo (ppm) e Potássio (%K_2O) nos mostos de alimentação, durante os períodos estudados.

A Figura 2 mostra as variações das concentrações de nitrogênio (ppm N), fósforo (ppm P_2O_5) e potássio (% K_2O) nos mostos de alimentação, durante os períodos estudados. Segundo STUPIELLO & HORII[8], o nitrogênio deve aparecer em níveis mais elevados do que o fósforo, sendo da ordem de 300 – 350 ppm de N total, ocorrendo um residual da ordem de 30 – 50 ppm de N total. Para que ocorra uma fermentação alcoólica de bom rendimento, o fósforo deverá se encontrar dentro dos níveis de 125 – 150 ppm de P_2O_5. Já AMORIM[2] afirma que, são necessários para fermentação alcoólica eficiente, teores de nitrogênio no mosto entre 500 e 600 ppm. Considerando os níveis de nitrogênio e fósforo proposto por STUPIELLO & HORII[8], seria desnecessária a complementação de nutrientes ao mosto, uma vez que os valores obtidos, em todos os períodos, foram superiores. Porém VASCONCELOS[10] recomenda que a retirada total da complementação de nutrientes nitrogenados e fosfatados deve ser bem conduzida para não acarretar sérios problemas à fermentação etanólica, se as condições operacionais do processo forem diferentes.

A Tabela V apresenta os resultados médios, por período, da viabilidade celular (%), concentração de leveduras vivas/ml, leveduras em brotamento (%) e viabilidade brotamento (%) nos vinhos levedurados, no leite de leveduras e no fermento tratado. Pela observação desses resultados, nota-se que as viabilidades celulares e as concentrações de células de leveduras foram mais altas quando foi utilizada a cepa *S. cerevisiae* ASTY (primeiro período). Conseqùentemente, as leveduras em brotamento foram mais baixas. No segundo período, apesar da utilização da

Tabela IV. Resultados médios, por período, da concentração de etanol (ml/100ml), acidez (g de ácido sulfúrico/l) e % fermento (v/v) no vinho levurado; da % fermento (v/v) no vinho delevurado e da % fermento (v/v) e pH no leite de levedura.

Material analisado		Período 1 (a)	1 (b)	2	3	4
Vinho levurado	Etanol (ml/100ml)	5,58	5,72	8,21	8,36	8,61
	Acidez (g ácido sulfúrico/l)	2,02	2,05	3,47	2,79	3,06
	Fermento (%)	7,8	8,0	8,1	8,0	7,9
Vinho delevurado	Fermento (%)	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6
Leite delevurado	Fermento (%)	59,0	65,2	57,2	69,0	64,7
	pH	2,6	3,3	3,6	2,5	2,5

Na Tabela IV, são apresentadas por período, as médias dos resultados obtidos para os seguintes parâmetros: concentração de etanol (ml/100 ml), acidez (g de ácido sulfúrico/l) e % de fermento (v/v) no vinho levedurado; % fermento (v/v) no vinho delevurado e % fermento (v/v) e pH do leite de levedura.

recuperação do fermento sem tratamento ácido, as viabilidades celulares foram baixas, possivelmente devido à ação negativa sobre as células de leveduras do produto à base do pentaclorofenato de sódio, empregado no controle dos agentes contaminantes da fermentação. Nos dois últimos períodos verifica-se um aumento das viabilidades e das le-

veduras em brotamento, mesmo com a utilização do esquema convencional de recuperação de fermento, com abaixamento de pH pela adição de ácido sulfúrico. Os resultados, revelam ainda que, as viabilidades celulares do vinho delevurado foram superiores ao do vinho levurado, indicando perdas para o processo.

A Tabela VI mostra as perdas médias (%), por período, de células vivas no vinho delevurado em relação à existente no vinho levurado. A menor perda ocorreu no último período.

Tabela VI. Resultados médios, por período, de perdas de células vivas (%) no vinho delevurado em relação à existente no vinho levurado.

Período				
1 (a)	1 (b)	2	3	4
2.9	4,1	3.2	3.4	1.6

As composições médias, em termos de concentração de contaminantes orgânicos dos vinhos delevurados estão indicadas na Tabela VII. Observa-se, no primeiro período, uma maior concentração de álcoois superiores para o sistema com tratamento ácido de fermento, enquanto que a concentração de produtos leves foi menor. Verifica-se, também, um acréscimo dos produtos pesados em relação ao tempo, indicando possivelmente uma influência da qualidade da matéria-prima na formação desses produtos.

A Tabela VIII apresenta os resultados médios de tempo de fermentação, eficiência e produtividade de rendimento de fermentação, por período estudado. Uma análise dos resultados permite afirmar que, os melhores resultados foram alcançados nos dois últimos períodos para a

Tabela V. Resultados médios, por período, da viabilidade celular (%), concentração de leveduras vivas/ml, leveduras em brotamento (%) e viabilidade brotamento (%) nos vinhos levurado e delevurado, no leite de leveduras e no fermento tratado.

Período	Material analisado	Viabilidade celular (%)	Leveduras vivas/ml	Leveduras em brotamento (%)	Viabilidade brotamento (%)
1 (a)	Vinho levurado	98.15	7.9×10^8	6,90	88,10
	Vinho delevurado	98.68	2.5×10^7	6.68	94,10
	Leite leveduras	96.65	4.7×10^9	9,11	81,45
	Fermento tratado	99,13	2.7×10^9	8.37	86,03
1 (b)	Vinho levurado	97.73	8.3×10^8	11.97	89,27
	Vinho delevurado	95.75	3.7×10^7	7.95	75,75
	Leite leveduras	94.07	5.6×10^9	7.60	89,20
	Fermento tratado	97,30	2.8×10^9	7.91	83,30
2	Vinho levurado	75.85	4.8×10^8	9.60	78,77
	Vinho delevurado	88.97	1.6×10^7	11,79	95,72
	Leite leveduras	70.85	2.5×10^9	7,83	76,01
	Fermento tratado	73.03	$1,2 \times 10^9$	9.43	77,49
3	Vinho levurado	80.56	4.8×10^8	10.16	84.67
	Vinho delevurado	93.65	1.8×10^7	11.78	95,82
	Leite leveduras	82,51	2.5×10^9	11.32	84,03
	Fermento tratado	81,08	1.1×10^9	10.97	85,20
4	Vinho levurado	86.07	5.5×10^8	14.77	92.65
	Vinho delevurado	94,05	9.8×10^6	11.98	98,55
	Leite leveduras	84,59	3.0×10^9	16.19	91.59
	Fermento tratado	84,27	1.2×10^9	15.43	89.81

Tabela VII. Composições médias dos vinhos delevurados, relativamente às concentrações de contaminantes orgânicos, por período estudado.

Componentes		Período 1 (a)	1 (b)	2	3	4
Acetaldeído	(mg/100ml)	5.209	6.786	1.073	4.834	3.925
Acetato de metila	(mg/100ml)	0.974	1.339	1.612	2.822	1.593
Acetato de etila	(mg/100ml)	1.200	0.973	1.541	2.646	1.549
Álcool propílico normal	(mg/100ml)	5.969	4.528	9.205	9.641	11.053
Álcool isobutílico	(mg/100ml)	8.872	8.807	8.514	6.535	11.263
Álcool butílico normal	(mg/100ml)	1.674	traços	0.197	4.647	0.452
Álcool isoamílico	(mg/100ml)	19.127	12.610	26.655	24.514	33.998

cepa de levedura *S. uvarum* IZ 1904 com o esquema convencional de recuperação de fermento, mediante abaixamento de pH pela adição de ácido sulfúrico.

A Tabela IX resume os resultados médios das concentrações de proteína bruta (%) no fermento seco produzido durante os períodos estudados. Verifica-se que os melhores resultados, também foram encontrados nos dois últimos períodos.

Tabela IX. Resultados médios, por período, da concentração de proteína bruta (%) no fermento seco.

Período			
1	2	3	4
16,82	15,49	19,76	19,85

Tabela VIII. Resultados médios de tempo de fermentação, eficiência, produtividade e rendimento de fermentação, por período estudado.

Determinação	Período				
	1 (a)	1 (b)	2	3	4
Tempo de fermentação (h)	7,6	6,7	9,1	8,3	8,3
Eficiência de fermentação (%)	85,19	86,72	88,68	89,97	90,79
Produtividade (g/l h)	5,24	6,17	6,32	7,02	7,07
Rendimento de fermentação (l álcool/100 kg ART)	55,16	56,15	57,42	58,22	58,79

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho permitem concluir que:

. A cepa de levedura *S. cerevisiae* ASTY proporcionou os valores mais elevados de viabilidade celular e concentração de células vivas/ml.

. O sistema de recuperação de fermento sem tratamento ácido, quando se utilizou a cepa *S. cerevisiae* ASTY, produziu os melhores valores de eficiência, produtividade e rendimento de fermentação.

. O sistema de recuperação de fermento sem tratamento ácido, porém com a adição de produto químico para o controle de agentes contaminantes, quando se utilizou a cepa *S. uvarum* IZ 1904, proporcionou os valores mais baixos de viabilidade celular e concentração de células vivas/ml.

. O sistema convencional de recuperação de fermento com abaixamento de pH pela adição de ácido sulfúrico, quando se utilizou a cepa *S. uvarum* IZ 1904, apresentou, de uma forma geral, os melhores resultados de eficiência, produtividade e rendimento de fermentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMORIM, H.V. (1985). Nutrição mineral da levedura; aspectos teóricos e práticos. In: Semana de Fermentação Alcoólica Jaime Rocha de Almeida, 4, Anais. Piracicaba, p. 44-48.
2. AMORIM, H.V. & OLIVEIRA, A.J. (1982). Infecção na fermentação: como evitá-la. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, (5):12-18.
3. ARAÚJO, J.A. (1982). Controles físicos-químicos na fabricação do **Álcool Etílico**. Rio Largo, IAA/PLANALSUCAR. COONE, 119p.
4. ARAÚJO, J.A. (1985). **Controle Microbiológico do Álcool Etílico**. Carpina, IAA/PLANALSUCAR.CONOR, 137p.
5. BOVI, R. & MARQUES, M.O. (1983). O tratamento ácido na fermentação alcoólica. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, (9):10-12.
6. FINGUERUT, J.; LUCREDI, H.A.; LEIMER, K.H. e ROSSELL, C.E.V. (1986). Controle Microbiológico do processo de fermentação alcoólica. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, (34):22-26.
7. GLÓRIA, N.A. da & SANTANA, A.G. (1975). Métodos de análises de resíduos de usinas de Açúcar e Destilarias. **Revista Agricultura**, Piracicaba, Out., 50(1-2):29-44.
8. STUPIELLO, J.P. & HORII, J. (1981). Condução de fermentação alcoólica. **Saccharum STAB**, São Paulo, 4(17):43-46.
9. STUPIELLO, J.P. (1982). Considerações sobre tratamentos de caldo de cana para fermentação alcoólica. Álcool & Açúcar, São Paulo, (3):40-46.
10. VASCONCELOS, J.N. (1987). Influência da complementação de nutrientes hidrogenados e fosfatados sobre o processo de fermentação alcoólica industrial. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 105(4, 5 e 6):41-58.
11. VASCONCELOS, J.N.; SILVA, A.F.M. e OLIVEIRA, A.F. (1987). Opções para o aproveitamento total de fundo de dorna de fermentação. **Brasil Açucareiro**. Rio de Janeiro, 105(1):17-25.

AGRADECIMENTOS

À Gramame Industrial e Agrícola S.A. – GIASA, pelo apoio durante a condução do trabalho.

Ao engenheiro químico Sebastião Edson L. de Araújo, cuja colaboração foi decisiva para a execução deste trabalho.

Aos técnicos químicos Clécio Cavalcanti Pontual e Ana Jaqueline, da Área Regional de Indústria do IAA/PLANALSUCAR, pela presteza e dedicação na realização das análises na indústria.

Aos técnicos que compõem o Laboratório da Destilaria GIASA, em especial ao Luíz Carlos Faustino, pela cooperação na realização das análises.

CANA-DE-AÇÚCAR INTEGRAL E QUEIMADA SEM DESPONTE: RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS

* Francisco de Assis Dutra MELO
** Josilene Maria de Moraes BORBA
** Marion PATERSON

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar em áreas comerciais o comportamento industrial da cana-de-açúcar integral e queimada sem desponte, no Estado de Pernambuco. Os ensaios foram realizados na unidade industrial Destilaria Tiúma, no Estado de Pernambuco, durante os meses de janeiro e fevereiro de 1987. Quatro tipos de tratamentos para a cana-de-açúcar foram analisados: integral, crua despontada, queimada sem desponte e despontada.
Os tratamentos da cana-de-açúcar integral e queimada sem desponte não apresentaram restrições, em termos fermentativos, quanto à sua utilização como matéria-prima para a produção de etanol. Os resultados de produtividade industrial, expressos em açúcares totais t/ha, foram semelhantes para os tratamentos de cana-de-açúcar integral e crua despontada, justificando a adoção da prática da utilização de matéria-prima integral através da necessidade de incremento produtivo de Biomassa. Entre os tratamentos para a cana-de-açúcar queimada sem desponte e despontada, em termos de açúcares totais t/ha, observaram-se melhores resultados para a matéria-prima sem desponte.

INTRODUÇÃO

A moagem da cana-de-açúcar sem desponte e integral é uma alternativa que deve ser analisada tecnicamente para a nossa região, principalmente, quando se visualiza o potencial dessa matéria-prima em produtos, subprodutos e energia. Numa análise energética de uma destilaria autônoma apresentada por SIMÕES & SIMÕES[9], a produção de etanol a partir da cana-de-açúcar, produz em média 26.000 M cal/ha ano, expressa em 5,2 m^3 de etanol, enquanto que a energia total consumida para a produção desse volume chega a 17.000 M cal/ha/ano. Isso significa que a contribuição líquida no "Pool" energético nacional é em média de 9.000 M cal/ha/ano e aparentemente não justifica por si só o investimento aplicado. É necessário, portanto, minimizar o custo de produção de etanol através da otimização do processo e comercialização ou utilização dos principais subprodutos formados no processo produtivo. SILVA et alii[8] ressaltam, com relação aos custos de produção agrícola, valores inferiores para a cana-de-açúcar sem desponte. Segundo PAYNE[7], o efeito das pontas sobre a recuperação de açúcar na indústria é desprezível.

Com relação à redução de extração devida ao aumento de fibra, PAYNE[7] afirma que esse problema poderá ser equacionado pelo aumento da capacidade instalada. A influência do desponte da cana-de-açúcar foi estudada por FERRARI & BORZANI[4] para a variedade CB41-76 no Estado de São Paulo, onde comprovou-se que o volume de etanol produzido por hectare foi 4,4% maior nas canas não despontadas.

* Químico industrial, Chefe da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.
** Engenheiras químicas, pesquisadoras da Área Regional de Indústria da Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR.

Estudando a cana com ponta e total, SILVA et alii[8] ressaltam que a qualidade do açúcar poderá ser afetada possivelmente pela moagem da cana-de-açúcar com ponta e integral principalmente, sem contudo afetar a qualidade do álcool. Sob o ponto de vista econômico, os referidos autores ressaltam a viabilidade econômica da cana queimada sem desponte, principalmente para a produção de álcool e energia, sem, contudo, inviabilizar a produção de açúcar.

FERRARI & BORZANI[4], em pesquisas realizadas, afirmaram que a produtividade em etanol foi significativamente maior para as canas não despontadas.

O presente trabalho, desenvolvido na Coordenadoria Regional Norte do IAA/PLANALSUCAR, Carpina-PE, e na Destilaria Tiúma-PE, teve como objetivo estudar o comportamento tecnológico da matéria-prima sem desponte e integral em áreas comerciais.

MATERIAL E MÉTODO

As amostras foram coletadas na unidade industrial Destilaria Tiúma-PE, durante os meses de janeiro e fevereiro de 1987. Inicialmente as amostras foram colhidas manualmente, segundo metodologia de amostragem utilizada pelo IAA/PLANALSUCAR[*1]. Em seguida, procedeu-se à queima e subdivisão do canavial em duas partes iguais. Uma parte do canavial foi totalmente despontada, enquanto na outra não se procedeu ao desponte. O corte e desponte foram realizados por trabalhadores rurais (cortadores profissionais) contratados pela unidade industrial.

A matéria-prima foi, então, carregada mecanicamente e encaminhada à indústria, onde todos os carregamentos provenientes dessas áreas foram analisados segundo as normas do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose[6]. O método de TANIMOTO[11] foi utilizado para extração do caldo. No caldo extraído determinou-se o Brix % e a pol % do caldo. A umidade da cana (umidade % da cana) foi determinada através de secagem em estufa a 105°C até peso constante. As percentagens de pol % cana e fibra % cana foram calculadas respectivamente a partir da pol % do caldo e do resíduo fibroso da prensagem. As análises de cinzas % caldo foram determinadas por condutimetria. No caldo foram determinados os redutores (AR % caldo) segundo Lane & Eynon e citados em ARAÚJO[1] e a acidez titulável[1].

Para os ensaios de fermentação etanólica utilizaram-se caldos extraídos da prensa hidráulica com correção prévia de Brix e pH, respectivamente de 15,0 e 4,5. O inóculo foi o fermento Fleischman na concentração de 30 g/*l*. No final da fermentação, determinaram-se os teores alcoólicos dos vinhos pelo ebuliômetro Dujardin Salleron, sendo então calculadas as eficiências de fermentação. Foram determinadas nos caldos as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio[5]. Também foi determinada no caldo, em todos os tratamentos, a contagem de células/ml segundo metodologia convencional de diluição em série, semeadas em placas de Petri[2].

É importante ressaltar que para cada carregamento proveniente da frente de corte foram realizadas seis repetições, conforme sistema de amostragem do PCTS, calculando-se posteriormente a média dos valores obtidos.

(*1) Trabalho não publicado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios obtidos das determinações tecnológicas dos tratamentos, cana crua integral e despontada, cana queimada sem desponte e despontada, são apresentados na Tabela I. Observa-se de forma generalizada o melhor comportamento tecnológico para o tratamento cana crua despontada. Verificam-se também os menores valores ocorridos nos parâmetros pol % caldo, pol % cana, pureza e açúcares totais para o tratamento cana queimada sem desponte. E importante salientar que analisando-se os dados obtidos de Açúcares Totais (AT %), observaram-se valores semelhantes entre os tratamentos cana crua integral e queimada despontada, possivelmente em decorrência de perda de açúcares por exsudação do seu caldo e ataque microbiológico, favorecido pela alta taxa de precipitação pluviométrica verificada no decorrer do período de industrialização, conforme ilustrado na Figura 1. Ressalta-se também na Tabela I, o aumento significativo da fibra % cana para a matéria-prima integral.

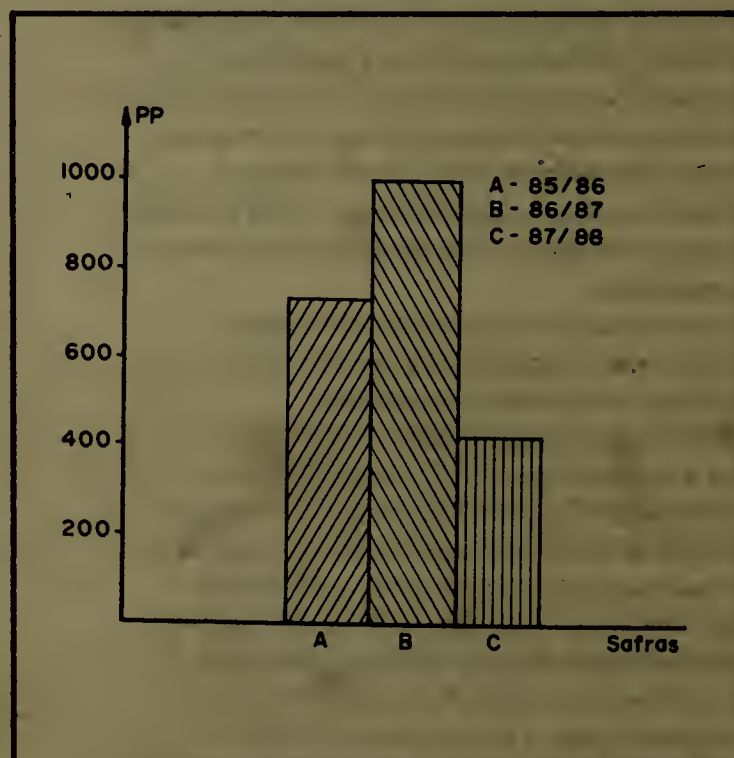



Figura 1. Precipitação pluviométrica média ocorrida durante o período de industrialização da cana-de-açúcar nas safras 1985/86, 1986/87 e 1987/88.

Tabela I. Teores médios obtidos das determinações tecnológicas efetuadas em cana crua e queimada, integral, sem desponte e despontada.

Determinações	Cana crua		Cana queimada	
	Integral	Despontada	Sem desponte	Despontada
Brix % caldo	15.98	18.00	15.12	15.90
Pol % caldo	13.44	15.90	12.01	13.01
Pol % cana	11.33	13.96	10.24	11.20
Fibra % cana	16.68	12.19	14.74	13.90
Pureza	83.96	88.34	79.09	81.99
Umidade % cana	70.64	71.88	72.40	72.70
A.R. % caldo	0.96	0.84	1.24	1.00
A.R. % cana	0.77	0.69	1.11	0.91
AT %	12.10	14.65	11.35	12.14

A Tabela II contém os resultados obtidos das análises de cinzas % caldo, pH caldo, acidez caldo e célula/ml. Verifica-se um incremento significativo dos valores de cinzas % caldo para a matéria-prima integral e queimada sem desponte. Segundo DELGADO & CÉSAR[3], o efeito nocivo das cinzas diz respeito principalmente às dificuldades de cristalização da sacarose, por aumentar a sua solubilidade. É importante ressaltar o aumento de contaminantes no caldo, expressos em células/ml, verificados para as canas queimadas sem desponte e despontadas.

Tabela II. Análises de cinzas % caldo, pH caldo, acidez e células/ml.

Análises	Cana crua		Cana queimada	
	Integral	Despontada	Sem desponte	Despontada
Cinzas % caldo	0.630	0.498	0.647	0.460
pH caldo	5.4	5.55	5.35	5.43
Acidez caldo (gH_2SO_4/l)	0.554	0.504	0.562	0.456
Células	7.2×10^6	5.1×10^6	24.8×10^6	10.25×10^6

A Tabela III apresenta os resultados médios obtidos da fermentação do caldo da cana-de-açúcar crua "integral" e "despontada" e queimada "sem desponte" e "despontada". Observa-se, de uma maneira geral, que a maior eficiência de fermentação foi obtida através do caldo da cana-de-açúcar integral.

Verifica-se que houve maior produção de massa celular (fermento) em ambos os tratamentos "integral" e "queimada sem desponte". Observam-se também na mencionada tabela valores inferiores do Brix final em canas despontadas, possivelmente devido à menor quantidade de massa celular (fermento) presente no vinho. Uma análise dos resultados obtidos permite afirmar que, em termos fermentativos, não houve restrição à utilização da cana crua integral e queimada sem desponte.

A Tabela IV mostra as concentrações médias de potássio (% K_2O), carbono (%), nitrogênio (ppm N) e fósforo (ppm P_2O_5) no caldo de cana-de-açúcar, nos diversos tratamentos. Segundo STUPIELLO & HORII[10], o nitrogênio deve estar em níveis superiores aos do fósforo, sendo da ordem de 300-350 ppm de N total, ocorrendo um residual entre 30-50 ppm de N total, e um teor de 125-150 ppm de P_2O_5 para que ocorra uma fermentação alcoólica de bom rendimento. Considerando os níveis de nitrogênio e fósforo propostos por STUPIELLO & HORII[10], uma análise dos resultados obtidos indica que os valores estão acima dos propostos. Com relação à produção de açúcar, DELGADO & CÉSAR[3] ressaltam que o efeito do K_2O está no aumento da solubilidade de sacarose, sendo por isso considerado um elemento melassigênico.

Na Tabela V estão expressos os valores médios relativos ao incremento de Biomassa (palhas e pontas de canas) para os tratamentos "cana integral" e "queimada sem desponte" em relação ao tratamento "cana queimada despontada".

Os resultados de Açúcares Totais (AT %), produtividade agrícola e industrial em toneladas de cana e de Açúcares Totais por hectare, são apresentados na Tabela VI.

Tabela III. Teores médios obtidos da fermentação de cana crua, "integral" e "despontada" e de cana queimada "sem desponte" e "despontada".

Determinação	Cana crua		Cana queimada	
	Integral	Despontada	Sem desponte	Despontada
Velocidade de fermentação (gCO_2/h)	3,23	3,35	3.22	3,34
Brix final	1,14	0,83	1,24	0,87
% fermento	13,45	11,60	14,10	11,65
% fermento seco	1,888	1,718	1,874	1,610
Eficiência de fermentação	84,76	82,62	82,69	82,30

Observa-se nessa tabela que a cana "queimada despontada" apresentou a mais baixa produtividade industrial, expressa em toneladas de Açúcares Totais por hectare. Os resultados obtidos de produtividade industrial (AT t/ha) são semelhantes para os tratamentos "cana integral" e "cana crua despontada", justificando-se a opção "cana crua integral", através da necessidade de incremento produtivo de Biomassa.

Nas tabelas VII e VIII, são apresentados os resultados tecnológicos obtidos pela avaliação da qualidade da matéria-prima pelo Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, para a cana-de-açúcar queimada, "despontada" e "sem desponte". Ao se comparar os resultados obtidos, observa-se que as canas colhidas sem desponte apresentaram menores valores de Brix %, pol % caldo, pol % cana corrigida (PCC), pureza e maiores valores de fibra %, acarretando maiores valores de deságio.

Tabela IV. Composição inorgânica.

Tratamento	Amostra	K_2O%	C%	N (ppm)	P_2O_5 (ppm)
Cana despontada crua	Caldo cana	0,10	17,05	879,8	218,5
Cana integral crua	Caldo cana	0,14	14,20	1.037,8	193,15
Cana despontada queimada	Caldo cana	0,07	16,05	789,85	211,05
Cana s/ desponte queimada	Caldo cana	0,13	13,98	834,80	229,1

Tabela V. Percentual médio obtido do incremento de Biomassa.

Matéria-prima	Incremento de Biomassa
Cana integral	20,61
Queimada sem desponte	14,97

Tabela VI. Resultados obtidos de Açúcares Totais (%), produtividade agrícola (cana t/ha) e produtividade industrial (AT t/ha).

Tratamento	AT%	t cana/ha	t AT/ha
Cana crua integral (1)	12,10	66,3	8,0
Cana crua despontada (2)	14,65	55,0	8,0
Cana queimada s/ desponte (3)	11,35	63,2	7,2
Cana queimada despontada (4)	12,14	55,0	6,7

Obs.: O valor de 55,0 t/ha para a cana-de-açúcar foi considerado para os tratamentos (2) e (4).

Tabela VIII. Resultados médios tecnológicos obtidos segundo os critérios do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, para cana-de-açúcar queimada sem desponte.

Carregamento	Repetições	Brix % caldo	Pol % caldo	Fibra % cana	PCC	Pureza	F(P)	% ágio (+) deságio (–)
01	06	14,16	10,82	15,54	8,5779	76,41	0,9271	31,91 (–)
02	06	14,06	10,93	15,24	8,7095	77,63	0,9561	28,64 (–)
03	06	12,98	9,81	15,30	7,8099	75,52	0,9124	39,00 (–)
04	06	14,62	11,52	15,76	9,2590	78,75	0,9663	24,81 (–)
05	06	16,12	13,03	14,00	10,6142	80,81	0,9864	10,50 (–)
06	06	16,48	13,39	13,45	11,0166	81,27	0,9889	6,87 (–)
07	06	16,68	13,57	14,01	11,0557	81,38	0,9899	6,44 (–)
08	06	15,88	12,87	14,67	10,3630	80,97	0,9880	12,42 (–)
	Σ	15,12	12,01	14,74	9,6750	79,09	0,9644	20,07 (–)

Tabela VII. Resultados médios tecnológicos obtidos segundo os critérios do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, para cana-de-açúcar queimada despontada.

Carregamento	Repetições	Brix % caldo	Pol % caldo	Fibra % cana	PCC	Pureza	F(P)	% ágio (+) deságio (–)
01	06	16,37	13,56	15,01	10,8537	82,89	1,0023	16,99 (–)
02	06	15,58	12,75	14,25	10,3454	81,82	0,9955	11,93 (–)
03	06	16,35	13,37	13,88	10,9180	81,79	0,9919	7,43 (–)
04	06	15,85	12,60	14,40	10,1953	79,50	0,9789	14,68 (–)
05	06	15,60	12,59	13,26	10,3859	80,70	0,9858	12,49 (–)
06	06	15,73	13,29	13,21	10,9737	84,45	1,0167	5,22 (–)
07	06	16,23	13,34	13,34	10,9881	82,12	0,9950	7,06 (–)
08	06	15,53	12,58	14,02	10,2509	80,98	0,9872	13,46 (–)
	Σ	15,90	13,01	13,90	10,6138	81,99	0,9942	9,76 (–)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos dados serem preliminares, os resultados obtidos permitem as seguintes principais observações:

- De uma forma geral o melhor comportamento industrial foi observado para o tratamento "cana-de-açúcar crua despontada".
- Os valores obtidos de contaminantes no caldo, expressos em células/ml, foram superiores para a "cana-de-açúcar queimada".
- Os tratamentos "cana integral" e "cana queimada sem desponte" apresentaram os maiores teores de cinzas % caldo.
- Não houve restrição, em termos de fermentação, à utilização de "cana integral" e "cana queimada sem desponte".
- O tratamento "cana-de-açúcar queimada e despontada" apresentou baixa produtividade industrial em Açúcares Totais por hectare.
- Os resultados obtidos indicam que a moagem da cana integral é justificada através da necessidade de incremento produtivo de Biomassa.
- Os valores tecnológicos obtidos segundo o Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose, quando comparados os tratamentos cana-de-açúcar "queimada sem desponte" e "despontada", foram inferiores para as canas colhidas sem desponte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, J.A. Controles físicos e químicos na fabricação do álcool etílico. Rio Largo. IAA/PLANALSUCAR.COONI 1982. 19 R.
2. ARAÚJO, J.A. Controle Microbiológico do Álcool Etílico. Carpina. IAA/PLANALSUCAR. CONOR. 137p. 1985.
3. DELGADO, A.A. & CÉSAR, M.A.A. Elemento de tecnologia e engenharia do açúcar de cana, vol. II. Piracicaba, ESALQ/USP, 387p. 1977.
4. FERRARI, S.E. & BORZANI, W. Influência do desponte da cana-de-açúcar, variedade CB41-76 na fermentação alcoólica do caldo. Araras, IAA/PLANALSUCAR.COSUL, 1982. 24p.
5. GLÓRIA, N.A. da & SANTANA, A.G. Métodos de análises de resíduos de usinas de açúcar e destilarias. Revista de Agricultura. Piracicaba, 50(1-2):29-44, out. 1975.
6. IAA. Ato nº 39/87, de 22/09/87. Dispõe sobre as normas de execução do Sistema de Pagamento de Cana de Fornecedores pelo Teor de Sacarose e Pureza no Estado de Pernambuco.
7. PAYNE, J.N. Recovery improvement. Sug. Technol. Assoc. Hawaiian. (31):100-108, 1972.
8. SILVA, G.A. et alii. Utilização da cana com ponta e total na produção de açúcar, álcool e energia. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 100(6):28-35, dez. 1982.
9. SIMÕES, S. & SIMÕES, V.A. Prospects on reduction of alcohol production in Brazil. 25p. (Trabalho apresentado na Embaixada Brasileira no Japão). 1985.
10. STUPIELLO, J.P. & HORII, J. Condução da fermentação alcoólica. Saccharum STAB. São Paulo, 4(17):43-46. 1981.
11. TANIMOTO, T. The press method of cane canalysis. Hawaiian Planters Rcord, Honolulu, 57(2):133-150, 1964.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos da Área Regional de Indústria do IAA/PLANALSUCAR, pela presteza e dedicação na realização das análises.

Ao engenheiro agrônomo Mário Marreira de Melo e ao técnico Manoel Jurandir de Oliveira Gusmão, da Área Regional de Melhoramento, cuja colaboração foi decisiva para a execução deste trabalho.

À Destilaria Tiúma, pelo apoio recebido durante a condução do trabalho.

UTILIZAÇÃO DE BIOINSETICIDAS NO CONTROLE DE PRAGAS DA CANA-DE-AÇÚCAR NO NORDESTE DO BRASIL(*1)

*A.M. VILAS BOAS
*E.J. MARQUES
*R.O.R. LIMA

RESUMO

A cana-de-açúcar é a principal atividade agrícola do Estado de Pernambuco. Dentre os fatores que limitam o aumento de produtividade, destacam-se especialmente as pragas, pelos sérios danos ocasionados à cultura. Entre estas, as principais são a cigarrinha *Mahanarva posticata*, a broca *Diatraea flavipennella* e a broca gigante *Castnia licus*, sendo a cigarrinha a de maior expressão econômica.
Desde 1969, o fungo *Metarhizium anisopliae* vem sendo utilizado em Pernambuco no controle de *M. posticata*, proporcionando mortalidades constantes de 30 a 40% sobre adultos do inseto. Atualmente, a produção e utilização de *M. anisopliae* é efetuada não apenas pelos laboratórios de Instituições Oficiais (IAA/PLANALSUCAR, IPA), como também pelas cooperativas e usinas do Estado, tornando possível uma aplicação anual em 50 a 60 mil hectares.
Com relação à broca gigante *C. licus*, foram iniciados em 1983 os testes para utilização do fungo *Beauveria bassiana*, que tem-se revelado um bioinseticida promissor para o controle desta praga. Atualmente, as mortalidades de lagartas encontram-se em torno de 25%, estando a persistência do patógeno em campo sendo estudada durante o desenvolvimento da socaria, após pulverização do mesmo sobre cepas infestadas, por ocasião do corte.

INTRODUÇÃO

Diversas pragas danificam a cana-de-açúcar, durante todo o seu desenvolvimento. Dentre os insetos que ocorrem na cultura, destacam-se sobremaneira a cigarrinha da folha *Mahanarva posticata* (Stal.), a broca *Diatraea flavipennella* (Box) e a broca gigante *Castnia licus* (Drury). No Estado de Pernambuco, a cigarrinha (Figura 1) é a praga de maior expressão econômica, tendo sido introduzida acidentalmente neste Estado em 1960, através de rebolos provenientes de Campos-RJ.

Figura 1. Adultos (fêmea e macho) da cigarrinha da folha *M. posticata*.

O inseto adulto de *M. posticata* suga a seiva da planta, ao mesmo tempo injetando toxinas que provocam a interrupção da translocação da seiva. Como resultado formam-se estrias necrosadas nas folhas e o canavial infestado toma o aspecto de "queimado". As ninfas do inseto,

*IAA/PLANALSUCAR, Carpina, PE, Brasil.

(*1) Trabalho apresentado no 1º Congresso Latino-Americano de Biotecnologia – Tucumán – Argentina – 04 a 08.10.87.

apesar de não provocarem o mesmo dano, pela não injeção de toxinas, provocam depauperamento das plantas devido à sucção de seiva.

Além da perda no peso da cana, devido à redução da área foliar e conseqüente diminuição da fotossíntese e da respiração, há o prejuízo provocado pelas toxinas que invertem a sacarose.

De acordo com experimentos efetuados por MARQUES e VILAS BOAS (1980), a cigarrinha *M. posticata*, reduziu em 11,2% a produção de cana no campo, sendo registrada uma perda de 14,9% no rendimento industrial. Em função destas estimativas, foi calculada uma perda agrícola de 825.000 toneladas de cana, correspondendo para a safra de 1981/1982, a um prejuízo de 7 milhões de dólares (IAA/PLANALSUCAR, 1982).

Dentre os inimigos naturais dessa praga, os que melhor se adaptaram no Nordeste do Brasil foram o parasito de ovos *Acmopolynema hervali* Gomes (HYM., Mymaridae) e o fungo *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokin.

A espécie *A. hervali* é bastante eficiente como parasito de ovos da cigarrinha, em laboratório, e vem sendo recuperado de posturas coletadas em campo, desde 1983. Em condições de laboratório, reproduzem-se facilmente, observando-se entretanto que as fêmeas por serem muito ativas na busca de hospedeiro, começam a ovipositar logo após a emergência, sem estarem fecundadas, razão pela qual foram obtidas várias gerações apenas de indivíduos machos, dificultando desta maneira, a produção deste parasitóide em grande escala.

O fungo *M. anisopliae* (Figura 2) chamou a atenção dos pesquisadores pela alta mortalidade que provoca tanto em ninfas como em adultos da cigarrinha da folha na região de Campos, no Rio de Janeiro, onde ocorre naturalmente, razão pela qual foi introduzido em 1969, em Pernambuco. Os resultados, desde o princípio dos trabalhos, sobrepujaram as expectativas mais otimistas. Pela adaptação em canaviais do Estado, demonstrou que era um inimigo natural eficiente contra a cigarrinha, nas peculiares condições climáticas e ecológicas da Zona Canavieira de Pernambuco.

Figura 2. Adultos de *M. posticata* parasitados pelo fungo *M. anisopliae*.

A partir de 1970, a produção deste patógeno em laboratório começou a ser efetuada em pequena escala, pela Comissão de Combate à Cigarrinha no Estado de Pernambuco, sendo aumentada gradativamente. Em 1975, sua produção passou a ser efetuada também por outras Unidades. Neste trabalho, serão apresentados os índices de infestação de *M. posticata* nos últimos 10 anos, seus níveis de controle sobre a praga nos últimos 8 anos, bem como a produção do fungo pelas diversas unidades produtoras.

Com relação à broca da cana-de-açúcar, *D. flavipennella*, encontram-se presentes na região canavieira de Pernambuco, em forma nativa, inúmeros controladores biológicos da praga, sendo o parasitóide alienígeno *Apanteles flavipes* (Cam.) (Hym: Braconidae) produzido em larga escala para o controle desse inseto.

Quanto à *C. licus*, broca gigante da cana-de-açúcar, as lagartas perfuram internamente o colmo causando a morte da planta jovem ou considerável perda de peso na cana de moagem, facilitando ainda a penetração dos fungos responsáveis pelas podridões de colmo, que invertem a sacarose (Figura 3).

Figura 3. Dano provocado por *C. licus* em touceiras de cana-de-açucar.

De acordo com Sampaio e Mendonça (1979), citados por MENDONÇA (1982), no Estado de Alagoas na safra de 1978/79, esta praga foi responsável por uma redução estimada em 54.000 toneladas de açúcar.

Trabalhos efetuados por LIMA e OLIVEIRA (1983) demonstraram que a broca gigante provoca uma redução no peso da cana de 0,43%, sendo observada na indústria uma perda de açúcar de 0,66%, ambas para cada 1% de intensidade de infestação.

Para o controle de *C. licus* já foram tentados os métodos químico e mecânico-cultural, sem grandes êxitos. Apenas a coleta manual de formas biológicas do inseto, de acordo com IAA/PLANALSUCAR (1983), demonstrou bons resultados. Os levantamentos efetuados nos últimos sete anos, no Estado de Alagoas, revelaram um nítido declínio na infestação, em função dessa prática.

Em 1983, VILAS BOAS et alii verificaram em condições de laboratório a patogenicidade de *Beauveria bas-*

siana (Bals.) Vuill., sobre lagartas da broca gigante. A partir deste estudo esse patógeno tem sido utilizado no controle dessa praga, sendo apresentados neste trabalho, os resultados de quatro anos da sua atuação sobre *C. licus*.

A apresentação dos dados da produção e atuação destes dois patógenos no Estado de Pernambuco, constituem objeto desta revisão, baseada nos relatórios anuais da Seção de Entomologia do IAA/PLANALSUCAR de 1977 a 1987 e de VILAS BOAS, 1986.

SUMMARY

Sugarcane is the main source of agriculture income of the State of Pernambuco. Among the factors that limit the productivity, the pests are one of the most important. The main pests are the moth borer *Diatraea flavipennella*, the giant moth borer *Castnia licus* and the froghopper *Mahanarva posticata*, this last one is of the worst economical consequences. Since 1969 the fungus *Metarhizium anisopliae* has been used in Pernambuco to control *M. posticata*, with constant mortality rates of 30 to 40% of adult insects. Currently, the production and utilization of *M. anisopliae* is being carried out not only by the official Institutions laboratories (IAA/PLANALSUCAR/IPA), but also by Cooperatives and mills of the State, totalling an annual application of 50 to 60 thousand hectares. Concerning the giant borer *C. licus*, tests were iniciated in 1983 using the fungus *Beauveria bassiana*, which has turned out to be a promising bioinsecticide for the control of this pest. At the present moment the rate of caterpillar mortality around 25% and the pathogen persistence in the field is being studied during the rattoon development, after its pulverization over infected stools during the harvest.

ATUAÇÃO DO BIOINSETICIDA *M. anisopliae* SOBRE A CIGARRINHA *M. posticata*

Os meses de maior ocorrência da cigarrinha no Estado de Pernambuco, coincidem com aqueles de maior precipitação pluviométrica, que proporciona a alta umidade preferida pelo inseto, sendo este período normalmente de abril a setembro.

Na Tabela I são apresentados os índices de infestação de *M. posticata* no período de 1977 a 1987, por região fisiográfica da Zona Canavieira de Pernambuco, enquanto a Tabela II evidencia as porcentagens de mortalidade de ninfas e adultos de *M. anisopliae* no período de 1979 a 1987 em algumas usinas do mencionado Estado. Verifica-se na mesma, que o índice de infestação da praga, tanto na forma jovem, como na de adulto, vem sendo reduzido progressivamente ao longo dos anos, observando-se nos últimos anos uma nítida estabilidade. Isto pode ser atribuído principalmente ao controle exercido pelos inimigos naturais introduzidos, bem como, à adaptação de novos predadores da cigarrinha.

Tabela I. Índice de infestação da cigarrinha da cana-de-açúcar *M. posticata* de 1977 a 1987 nas quatro regiões canavieiras do Estado de Pernambuco.

Ano	Estágio do inseto	Regiões				Média ponderada
		Norte	Litoral Norte	Sul	Litoral Sul	
1977	Ninfa		1.43	–	5,09	3.26
	Adulto	-	0.95	–	0,81	0,88
1978	Ninfa	4.50	0.69	2.42	1,36	2,61
	Adulto	0.98	0.10	0,57	0.31	0.58
1979	Ninfa	3.49	5.41	4.50	3.95	4.15
	Adulto	0.62	0.72	0.61	0,89	0,69
1980	Ninfa	1,90	1,23	5.65	2.73	3.35
	Adulto	0,42	0,20	1,29	0.48	0.72
1981	Ninfa	2.83	3.70	5.30	4.02	4,08
	Adulto	0.63	0 51	0,71	0.58	0,63
1982	Ninfa	2,67	4.40	6.08	4,62	4.52
	Adulto	0,36	0.67	1.27	0.56	0.75
1983	Ninfa	2.95	1,04	3.00	2.33	2.62
	Adulto	0.42	0,12	0.82	0.37	0,52
1984	Ninfa	1,64	0.47	4,39	1,68	2.60
	Adulto	0.18	0.06	0.82	0.28	0,42
1985	Ninfa	1.39	2.10	2.08	2.90	2,08
	Adulto	0,19	0,37	0.46	0,50	0.38
1986	Ninfa	1.57	2,24	2.45	1.82	2.01
	Adulto	0.27	0.32	0.23	0,20	0,24
1987	Ninfa	1.11	2,07	2.81	0,83	1,73
	Adulto	0,17	0,49	0.37	0,13	0.26

Os dados de produção de *M. anisopliae*, de 1977 a 1987, no Estado de Pernambuco, são apresentados na Tabela III. Observa-se que a produção do bioinseticida, vem sendo efetuada de maneira rotineira e crescente, atingindo-se atualmente a faixa anual de 5.000 kg de conídios, com pureza acima de 85% e contendo $1,3 \times 10^{10}$ conídios/g, como 98% de viabilidade, em média. Este material é diluído em água e utilizado em pulverizações sobre os canaviais infestados na dosagem média de 100 g/ha.

A produção atual de fungo em Pernambuco, levando-se em consideração todas as unidades produtoras, é suficiente para a cobertura de uma área de 50 a 60.000 hectares/ano.

Antes da pulverização com o fungo, procede-se a uma pré-amostragem, determinando-se a incidência da praga, bem como a ocorrência de qualquer inimigo natural. Entre 20 e 40 dias após a aplicação é efetuada a avaliação da eficiência do fungo, determinando-se a porcentagem de

controle. Os cálculos do índice de infestação da praga e de mortalidade da mesma, são efetuados pelas fórmulas:

$$\text{Cálculo do índice de infestação} = \frac{\text{número de insetos vivos}}{\text{número de canas}}$$

$$\text{Cálculo de mortalidade} = \frac{\text{insetos mortos} \times 100}{\text{insetos vivos} + \text{insetos mortos}}$$

Os dados de mortalidade em função do patógeno são apresentados na Tabela II, abrangendo o período de 1979 a 1986.

Pode ser observado na referida tabela, que o parasitismo exercido pelo *M. anisopliae* sobre ninfas e adultos de *M. posticata*, tem alcançado médias de 30 e 40%. Estas mortalidades têm sido constantes e no princípio das infestações da praga, naturais, demonstrando que o patógeno já faz parte do ambiente ecológico Nordestino.

ESTUDOS COM O BIOINSETICIDA *B. bassiana* SOBRE A BROCA GIGANTE *C. licus*

Na Tabela IV, constam os valores percentuais médios de touceiras, colmos e entrenós infestados pela broca gigante em Pernambuco, de 1983 a 1987. Pode ser observado que as intensidades de infestação da praga tem valores geralmente acima de 1%.

Os estudos com *B. bassiana*, têm demonstrado que este patógeno é bastante eficiente sobre as lagartas da broca. Na Tabela V, são apresentados os resultados obtidos

Tabela II. Porcentagem média de mortalidade de *M. posticata* provocada pelo fungo *M. anisopliae* de 1979 a 1987 em seis usinas do Estado de Pernambuco.

Ano	Estágio do inseto	Meses									Média
		Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	
1979	Ninfa	22,98	13,92	6,41	15,81	29,55	32,32	43,63	48,91	40,86	28,27
	Adulto	29,56	15,46	16,65	20,23	55,90	56,33	63,40	74,39	59,70	43,51
1980	Ninfa	2,30	6,90	12,40	8,00	24,85	21,40	19,20	25,57	25,45	16,23
	Adulto	1,70	10,60	19,80	12,68	36,25	41,88	34,07	52,77	52,27	29,11
1981	Ninfa	3,36	7,79	7,68	18,59	25,51	20,86	19,85	23,01	6,47	14,79
	Adulto	11,76	21,27	32,05	32,30	56,06	56,78	61,08	47,02	13,89	36,91
1982	Ninfa	20,88	3,68	9,26	24,91	30,88	35,55	44,68	33,89	32,64	26,26
	Adulto	34,46	11,20	24,35	36,64	49,23	65,94	78,03	76,84	57,15	48,16
1983	Ninfa	5,82	7,60	4,66	7,86	8,92	14,36	3,43	25,69	15,72	13,56
	Adulto	7,04	2,81	8,76	21,34	25,31	34,55	46,35	44,96	50,13	26,81
1984	Ninfa	13,35	5,64	6,96	16,39	19,90	24,96	38,06	29,79	24,18	19,91
	Adulto	20,75	7,01	16,56	28,79	37,27	50,25	62,19	60,90	53,64	37,48
1985	Ninfa	22,00	5,50	21,33	27,33	28,67	41,33	35,00	53,57	33,56	29,81
	Adulto	0,00	31,50	23,33	58,67	40,67	47,67	59,50	68,83	48,82	42,11
1986	Ninfa	29,50	3,50	17,00	20,67	55,67	35,33	32,67	43,64	33,64	30,18
	Adulto	30,00	21,00	18,33	15,67	44,00	58,67	51,67	64,39	54,38	39,79
1987	Ninfa	25,75	4,50	19,16	24,00	42,17	38,33	33,88	48,60	33,60	29,99
	Adulto	15,00	26,25	20,83	37,17	42,33	53,17	55,58	66,61	51,60	40,95

Tabela III. Produção em kg (conídios) e aplicação em ha do fungo *M. anisopliae* no Estado de Pernambuco, pelas diversas entidades produtoras, de 1977 a 1986.

Ano	IAA/PLANALSUCAR		IPA		Associação de fornecedores		4 usinas do Estado		Total	
	kg	ha	kg	ha	kg	ha	kg	ha	kg	ha
1977	–	–	246,6	4.932	–	–	324,0	6.480	570,6	11.412,0
1978	–	–	728,6	14.572	–	–	414,0	9.344	1.142,6	23.916,0
1979	53,9	1.078,0	1.542,1	30.842	–	–	896,7	6.139,7	2.492,7	38.059,7
1980	412,6	7.740,5	1.259,7	25.194,0	–	–	536,9	5.891,0	2.209,2	38.825,5
1981	826,3	12.143,0	937,7	18.754,0	–	–	956,6	8.577,0	2.720,6	39.474,0
1982	1.913,1	26.220,0	907,7	18.154,0	–	–	1.353,1	10.738,0	4.173,9	55.112,0
1983	1.863,8	13.479,0	689,2	13.784,0	–	–	1.106,4	9.434,0	3.659,4	36.697,0
1984	1.171,0	8.645,0	782,8	15.656,0	–	–	1.551,8	14.633,0	3.505,6	38.934,0
1985	1.202,0	11.883,0	630,0	12.600,0	–	–	2.514,0	20.812,7	4.346,0	45.295,7
1986	1.314,0	12.443,0	790,2	15.804	866,9	11.171,0	2.251,3	22.513,3	5.222,4	61.931,3
1987	1.280,0	6.412	729,3	15.906	1.067,6	10.486,0	1.482,6	14.836,5	4.559,5	47.640,5
Total	10.036,7	100.043,5	9.243,9	186.198	1.934,5	21.657,0	13.387,4	129.399,2	34.602,5	437.297,7

em laboratório e em campo, utilizando o fungo puro e associado ao inseticida monocrotophos. Os trabalhos foram realizados com a cepa PL 196, isolada originalmente de *D. saccharalis*. A dosagem testada foi de 10^7 conídios/ml. Observa-se na mesma, que os resultados de laboratório demonstraram uma alta eficiência do fungo sobre o inseto (Figura 4). Em campo, estes resultados são bem mais reduzidos, principalmente em função da localização da lagarta no colmo da cana e provavelmente das elevadas temperaturas naquele local (Figura 5). Quanto à associação do patógeno com o produto químico, observou-se compatibilidade entre ambos, havendo inclusive, quando da associação, um incremento no controle.

Tabela IV. Porcentagem de touceiras de cana-de-açúcar, colmos e entrenós infestados por *C. licus* no Estado de Pernambuco, de 1983 a 1987.

Ano	% touceiras infestadas	% colmos infestados	% entrenós infestados
1983	27,57	12,55	1,23
1984	17,74	4,82	0,77
1985	25,73	12,14	1,78
1986	41,33	6,63	1,23
1987	33,63	6,45	1,50

Tabela V. Porcentagem de mortalidade de lagartas de *C. licus* em laboratório e campo, utilizando a cepa PL 196 de *B. bassiana* na concentração de 10^7 conídios/ml, pura e associada ao inseticida monocrotophos. Pernambuco.

Ano	Porcentagem de mortalidade		
	Laboratório	Campo	
		Fungo puro	Fungo associado
1983	60,0	36,03	–
1984	75,0	41,23	–
1985	92,0	26,45	–
1986	–	27,3	45,3

Figura 4. Larvas de *C. licus* parasitadas pelo fungo *B. bassiana*.

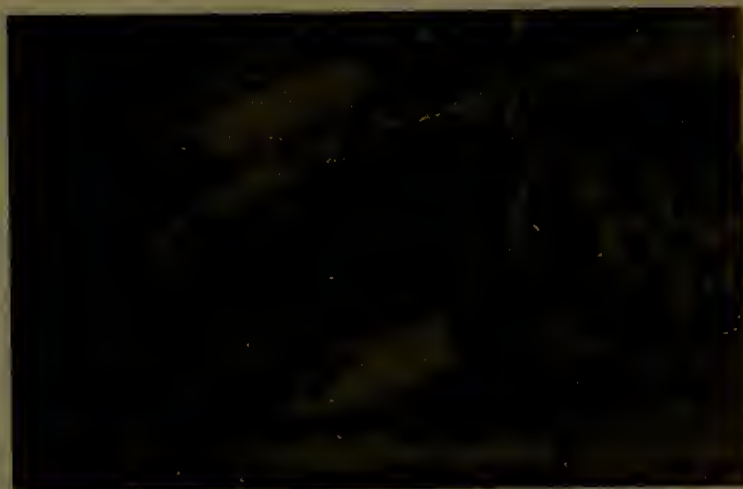



Figura 5. Efeito de *B. bassiana* sobre larvas de *C. licus* em condições de campo.

Estes resultados demonstraram que *B. bassiana* pode ser utilizado no controle de lagartas de *C. licus*, puro e em associação com defensivos químicos. Outros estudos estão sendo conduzidos com o objetivo de verificar: a) o grau de compatibilidade do patógeno com vários inseticidas indicados para o controle de lagartas; b) a eficiência destes inseticidas em laboratório e em campo sobre as lagartas; c) a estabilidade de *B. bassiana* no solo, na região considerada. Também estão sendo testados diversos equipamentos para aplicação do patógeno em campo, que normalmente vem sendo feita através da pulverização do mesmo sobre cepas, por ocasião do corte dos canaviais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IAA/PLANALSUCAR.CONOR, Seção de Entomologia. **Relatórios Anuais 1977/85.** Carpina, 1985.
2. IAA/PLANALSUCAR.CONOR. Área de Melhoramento. **Relatório Anual 1986**; sub-área de Entomologia. Carpina, 1986. p.68-150.
3. LIMA, R.O.R. & OLIVEIRA, J.V. Avaliação dos prejuízos causados pela broca gigante *Castnia licus* Drury, 1773 (LEP. Castniidae) nos rendimentos agrícola e industrial da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 3, São Paulo, 1984. **Anais.** p.330-4.
4. MARQUES, E.J.; VILAS BOAS, A.M.; NAKANO, O. Losses from *Mahanarva posticata* in sugarcane. In: CONGRESS OF THE ISSCT, 17, Manila, 1980. **Proceedings.** Makati, Print Inn, 1980.
5. MENDONÇA, A.F. A broca gigante *Castnia licus* Drury, 1970 (Lepidoptera: Castniidae) no Brasil. **Saccharum**, São Paulo, 5(20):53-60, 1982.
6. VILAS BOAS, A.M.; MARQUES, E.J.; RIBEIRO, S.M.A. Patogenicidade do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., sobre larvas de *Castnia licus* (Drury) (Lepidoptera, Castniidae) broca gigante da cana-de-açúcar. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal, 12(2):295-298, 1983.
7. VILAS BOAS, A.M. Patogenicidade de *Beauveria* spp. e o seu efeito associado ao inseticida monocrotophos sobre *Castnia licus* (Drury, 1770) (LEP.: Castniidae) Piracicaba, 1986. 114p. (Mestrado – ESALQ).

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO, EM FACE À FERRUGEM, DAS PRINCIPAIS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM CULTIVO NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO E DO ESPÍRITO SANTO

*Paulo Roberto Ribeiro CHAGAS

RESUMO

A ferrugem, doença causada pelo fungo *Puccinia melanocephala* e que ataca as folhas da cana-de-açúcar, causou certo pânico no meio canavieiro fluminense e capixaba quando da sua constatação na região, em janeiro de 1987.
Foi então estabelecido um programa de acompanhamento mensal da evolução da doença, com a finalidade de se avaliar o comportamento das principais variedades ante o ataque da mesma.
Tal avaliação demonstrou que as variedades tiveram comportamento diferenciado com relação à infecção pela ferrugem, nas diferentes localidades consideradas. Contudo, em termos médios, elas puderam ser agrupadas como seguem: as variedades CB45-3, RB72454, RB739359, RB739735 e SP71-1406 se mostraram resistentes; como intermediárias foram classificadas as variedades SP70-1143, SP70-1284 e SP70-3370; as variedades NA56-79, RB705051, RB705440 e SP70-1078 variaram de intermediárias a suscetíveis; finalmente, as variedades CP51-22, RB705007, RB735275 e SP71-799 se comportaram como suscetíveis.

INTRODUÇÃO

A ferrugem da cana-de-açúcar, causada pelo fungo *Puccinia* spp., ataca a parte foliar, interrompendo as atividades fotossintéticas e, assim, prejudicando o desenvolvimento vegetativo da planta. Sua constatação no Brasil se deu a 26 de novembro de 1986, na região de Piracicaba-SP, mais precisamente no município de Capivari[1].

No Estado do Rio de Janeiro, a primeira constatação da doença se deu no município de Campos, em janeiro de 1987, em canaviais das variedades CP51-22, SP71-799 e SP70-3370, pertencentes às usinas Santo Amaro e Cupim, gerando um certo pânico no meio canavieiro local. Por essa razão, de imediato implantou-se um programa de acompanhamento mensal da evolução da ferrugem, para determinar a reação das principais variedades com relação à doença, visando orientar os produtores quanto às medidas cabíveis a serem adotadas. Este trabalho relata os resultados obtidos no primeiro ano de avaliação.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi realizado de março a dezembro de 1987, em canaviais do Estado do Rio de Janeiro e do sul do Espírito Santo. Para isso, a área canavieira foi dividida em seis regiões, para observação mensal das variedades em cultivo, da seguinte forma:

Região 1 – Canaviais próprios e de fornecedores das usinas São José, Paraíso e Santo Amaro;

Região 2 – Canaviais próprios e de fornecedores das usinas Cambaíba e Barcelos;

Engº agrº, MS, Chefe da Área Regional de Melhoramento da Coordenadoria Regional Leste do IAA/PLANALSUCAR.

Região 3 – Canaviais próprios e de fornecedores das usinas Sapucaia, Santa Cruz, Outeiro e Cupim;
Região 4 – Canaviais próprios e de fornecedores das usinas Quissamã, Carapebús e Victor Sence;
Região 5 – Canaviais próprios e de fornecedores das usinas Santa Maria e Paineiras;
Região 6 – Canaviais próprios e de fornecedores das destilarias Ateai e Agrisa.

SUMMARY

The sugarcane rust, incited by the fungus *Puccinia melanocephala* H. & P. Syd., caused fear among the sugarcane growers of the States of Rio de Janeiro and Espírito Santo after its first record in the region, in January, 1987. In order to assess the behavior of the main commercial varieties against rust it was stablished a program of monthly survey. Results indicated a differential reaction of the varieties according to the age of the plants and location. However, on an average, the varieties could be grouped as follow: CB45-3, RB72454, RB739359, RB739735 and SP71-1406 were resistants; SP70-1143, SP70-1284 and SP70-3370 were classified as intermediate varieties; NA56-79, RB705051, RB705440 and SP70-1078 were classified as intermediate to susceptibles; and, CP51-22, RB705007, RB735275 and SP71-799 were susceptibles.

As variedades foram todas avaliadas em pelo menos dois daqueles locais e foram as seguintes: CB45-3, CP51-22, NA56-79, RB705007, RB705051, RB705440, RB72454, RB739359, RB739735, SP70-1078, SP70-1143, SP70-1284, SP70-3370, SP71-799, SP71-1406 e RB735275.

Para tal avaliação, utilizou-se a escala de percentagem de área foliar afetada, citada por SORDI et alii[6]. Consideraram-se quatro folhas de um mesmo colmo, desde a folha +2 à folha -2, num total de 20 colmos amostrados ao acaso, por variedade e por local. As percentagens de área foliar afetada foram transformadas em notas correspondentes de 1 a 4, sendo 1 a nota de ausência de lesões e 4 a nota para mais de 30% de área foliar afetada. Além da percentagem de infecção na folha, avaliou-se também a percentagem aproximada da área afetada no canavial da variedade em questão, da seguinte maneira: foi estimada dentro de cada canavial a quantidade de touceira afetada pelo fungo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Amostras de folhas afetadas pela ferrugem foram remetidas para Estação Central da Coordenadoria Regional Sul do PLANALSUCAR, Araras-SP, onde se determinou que o agente causal da ferrugem era o mesmo daquele presente em São Paulo e outros estados sulinos, isto é, *Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow[7].

De acordo com informações da área de Climatologia da Coordenadoria Regional Leste do PLANALSUCAR, as condições climáticas ocorridas durante o ano de 1987 foram, de um modo geral, adversas para o desenvolvimento da ferrugem. Mesmo assim, observou-se que em determinados períodos houve condições climáticas favoráveis à penetração, germinação e desenvolvimento do fungo. Tais períodos incluíram condições de alta umidade relativa do ar, temperaturas médias e precipitações pluviométricas constantes[2].

As notas representativas da percentagem de sintomas da ferrugem na folha da cana-de-açúcar e da percentagem do canavial afetado, são apresentadas na Tabela I.

Os resultados do acompanhamento da evolução da incidência da ferrugem da cana-de-açúcar, após o primeiro ano de sua constatação em lavouras do Estado do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, conforme apresentados na Tabela I, demonstraram que as variedades apresentaram comportamento diferenciado com relação à doença.

A seguir, será comentado o comportamento de cada variedade, no período acompanhado, em relação aos efeitos da ferrugem da cana-de-açúcar, demonstrada através da percentagem de sintoma nas folhas e da percentagem do canavial afetado.

CB45-3. Variedade mais plantada nos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, ocupando atualmente 78 e 61%, respectivamente, da área total cultivada em cada Estado[4]. A sua resistência ao desenvolvimento do fungo foi considerado boa, mesmo tendo sido observadas, em determinadas regiões, algumas manchas cloróticas nas folhas mais velhas. Porém, a doença estacionou nesse estágio, resultando em áreas reduzidas dos focos da doença, devido à não disseminação de seus uredosporos, elementos infectivos do fungo.

CP51-22. Das variedades acompanhadas, foi uma das que revelou reação de maior suscetibilidade à doença. O índice de infecção, tanto foliar quanto do canavial afetado, foi bastante elevado, em torno de 80 e 100%, respectivamente, constatado em épocas de máxima infecção do fungo. Essa variedade foi muito prejudicada em seu estágio vegetativo, ocorrendo até morte de touceiras em algumas das regiões avaliadas. No entanto, quando o fungo se instalou, em condições climáticas adversas ao seu desenvolvimento, observou-se recuperação do estado geral da lavoura.

Tabela I. Nota máxima de infecção de ferrugem nas folhas das principais variedades de cana-de-açúcar e percentual de área afetada pela doença, nas diferentes regiões acompanhadas, no ano de 1987.

Variedade	Região 1		Região 2		Região 3		Região 4		Região 5		Região 6	
	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A
CB45-3	1	5	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
CP51-22	4	100	4	100	4	100	3	100	4	100	3	100
NA56-79	2	100	2	100	3	100	3	100	3	100	4	100
RB705007	4	100			4	100	–	–	4	100	–	–
RB705051	3	80	–	–	3	70	–	–	–	–	–	–
RB705440	4	100	2	100	3	100	3	100	4	100	3	100
RB72454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–
RB735275	3	100	–	–	4	100	–	–	–	–	–	–
RB739359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RB739735	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SP70-1078	3	75	–	–	4	100	–	–	3	25	–	–
SP70-1143	1	15	2	40	3	60	1	10	3	70	–	–
SP70-1284	0	0	–		2	30	0	0	2	10	–	–
SP70-3370	2	40	–	–	3	90	–	–	–	–	–	–
SP71-799	4	100		–	4	100	–	–	3	100	–	–
SP71-1406	0	0			0	0	0	0	0	0	–	–

F: Nota de sintomas na folha[4];
A: Percentagem da área levantada, afetada pela doença;
–: Não foi levantada.

NA56-79. Apresentou-se, nesse primeiro ano de acompanhamento, de reação intermediária para suscetível em relação à ferrugem. Mesmo sendo constatada incidência bastante alta da doença, em torno de 60% de infecção foliar em algumas regiões, geralmente conseguiu satisfatório desenvolvimento vegetativo, colocando-a entre as variedades de maior tolerância ao convívio com a doença. No entanto, presume-se que em condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do fungo, e com períodos mais freqüentes, a sua produção final poderá ser comprometida[6].

RB705007 e RB705051. Variedades pouco difundidas na região, apresentaram incidência da doença em percentuais elevados, principalmente a primeira. Assim sendo, e devido à pouca aceitação e adoção dessas variedades por parte do setor canavieiro, não deverão causar maiores problemas, tanto em termos de produtividade da região, quanto de fonte de inóculo inicial.

RB705440. Comportou-se da mesma forma que a NA56-79, apresentando reação de intermediária para suscetível. Mesmo nos locais onde se observou percentagem de infecção foliar baixa, praticamente toda a área plantada se encontrava infestada. E bom salientar que as mais altas percentagens de infecção foram observadas nas folhas mais velhas, o que proporcionava, mesmo assim, um aspecto vegetativo quase normal ao canavial.

Houve recuperação do desenvolvimento vegetativo dessa variedade, que demonstrou, nesse primeiro ano de observação, tolerância ao fungo. No entanto, sua expansão deve ser bem planejada, para que não venha a comprometer a produtividade regional, em virtude de prejuízos causados pela referida doença.

RB72454, RB739359 e RB739735. Em todas as regiões acompanhadas nesse primeiro ano, não apresentaram qualquer sintoma da ferrugem, o que as coloca como resistentes ao fungo *Puccinia* spp., corroborando resultados de São Paulo e do exterior[5, 6, 8].

RB735275. Apresentou alta suscetibilidade à ferrugem, com notas 3 e 4 de infecção foliar e sempre em 100% das plantas. No entanto, não foi possível precisar se houve prejuízos à produção, devido à aparente recuperação após o período favorável à doença.

SP70-1078. Apresentou incidência de infecção em torno de 30% (nota 3) e área afetada geralmente entre 70 a 100%. Houve indicação de que em canavial de 2ª folha, com 4 meses de idade, a doença provocara prejuízos consideráveis ao desenvolvimento vegetativo da variedade.

SP70-1143. Apresentou variação de comportamento com relação à ferrugem, tanto entre regiões, quanto dentro de canaviais. Ocorreu diferença de comportamento, dependendo da idade, tipo de solo e desenvolvimento vegetativo. Em nenhum local levantado se observou 100% de área afetada, encontrando-se sempre dentro de uma mesma área, faixas com e sem sintomas. Mesmo nos locais de maior incidência, observou-se uma recuperação bastante acentuada do desenvolvimento vegetativo dessa variedade.

SP70-1284. Esta variedade, nas avaliações efetuadas, se comportou como intermediária à ferrugem, porém, merece ser observada em outros anos agrícolas, pois sua área

de cultivo ainda é bastante reduzida, prejudicando uma avaliação final de seu comportamento, visto que, mesmo em áreas reduzidas, apresentou em alguns locais a presença do fungo infectando suas folhas.

SP70-3370. Esta variedade apresentou não só alto índice de infecção foliar como de área afetada. No entanto, a manifestação da doença no decorrer do ano foi se tornando menos efetiva, ocorrendo sensível recuperação da variedade. Exige cuidados com relação à doença.

SP71-799. Das variedades acompanhadas, se posicionou entre as mais suscetíveis. A severidade da ferrugem, tanto em área foliar quanto em área afetada, foi sempre alta, confirmando a alta suscetibilidade dessa variedade com relação à doença. Mesmo em condições adversas ao fungo, observou-se morte de touceiras dessa variedade, em decorrência do alto índice de infecção foliar, prejudicando sensivelmente o desenvolvimento vegetativo.

SP71-1406. Não se constatou nenhum sintoma da doença nas áreas acompanhadas, no primeiro ano de observação. Entretanto, houve relato da ocorrência de incidência de infecção a nível de 20%, em canaviais do norte do Espírito Santo[3]. Além disso, houve registro de ocorrência da doença na referida variedade em canaviais de São Paulo[6].

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O comportamento aqui relatado de alguma das variedades poderá não se repetir exatamente como tal nos anos vindouros, visto que as condições climáticas poderão interferir muito na relação patógeno-hospedeiro[2]. Em termos gerais, contudo, as reações observadas não diferiram daquelas constatadas em São Paulo para as variedades comerciais comuns[1, 5, 6, 8] exceto no caso da SP71-1406, que, em São Paulo, tem sido de nível intermediário[6].

No aspecto do planejamento agrícola, passa agora a ser importante considerar também a resistência das variedades à ferrugem. Assim sendo, para que o setor canavieiro da região não seja surpreendido por uma severa infecção pela ferrugem nos seus canaviais, recomenda-se doravante fazer o planejamento varietal com base nas informações que ora estão sendo divulgadas.

Na Tabela II se pode osbservar que a CB45-3, variedade de maior expressão na região, é de alta resistência à ferrugem, enquanto as três seguintes, ou seja, CP51-22, NA56-79 e RB70-5440, são suscetíveis. Caso estas necessitem ser plantadas, é necessário um planejamento adequado de plantio, procurando áreas da propriedade que presumivelmente sejam menos favoráveis à doença. A experimentação varietal conduzida pelo PLANALSUCAR tem mostrado que as variedades RB72454, RB739359, RB739735 e SP71-1406 são opções vantajozas do ponto de vista agronômico e industrial. Sendo elas também resistentes à ferrugem, devem merecer preferência nos novos plantios.

Tabela II. Principais variedades em cultivo nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, suas reações à ferrugem e área plantada.

Variedade	Reação à ferrugem	Região RJ ha	RJ %	ES ha	ES %
CB45-3	Resistente	175.505	78,33	33.572	61.14
CP51-22	Suscetível	12.412	5.60	6.382	12.76
NA56-79	Int./suscetível	17.646	7.97	8.978	17,96
RB705440	Int./suscetível	2.634	1.19	60	0.12
RB72454	Resistente	(–)	(–)	(–)	(–)
RB739359	Resistente	220	0.10	134	0.27
RB739735	Resistente	540	0,24	733	1.47
SP70-1143	Intermediária	640	0.29	11	0.02
SP70-1284	Intermediária	(–)	(–)	(–)	(–)
SP71-1406	Resistente	(–)	(–)	21	0.04

Fonte: Informativo Sócio-Econômico – PLANALSUCAR/COEST. 1987, Censo Varietal 1986.
(–) Variedades em expansão.

CONCLUSÃO

Com base nos acompanhamentos efetuados no primeiro ano da constatação da ferrugem nas regiões demarcadas para este trabalho, e de acordo com as condições climáticas ocorridas na região, em 1987, pode-se chegar às seguintes conclusões:

1) As variedades CB45-3, RB72454, RB739359, RB739735 e SP71-1406 se comportaram como resistentes à ferrugem;
2) As variedades SP70-1143, SP70-1284 e SP70-3370 apresentaram reação intermediária à ferrugem;
3) As variedades NA56-79, RB705051, RB705440 e SP70-1078 apresentaram reação de intermediárias a suscetíveis à ferrugem;
4) As variedades CP51-22, RB705007, RB735275 e SP71-799 foram consideradas suscetíveis à ferrugem;
5) As variedades CP51-22, RB705007 e SP71-799, quando severamente afetadas pela ferrugem, apresentaram baixo poder de recuperação;
6) As variedades RB72454, RB739359, RB739735 e SP71-1406 são recomendadas como novas opções de plantio na região, não só pela resistência à ferrugem, como também pelas boas características agroindustriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COPERSUCAR. Ferrugem da cana-de-açúcar e sua constatação no Município de Capivari. Boletim Técnico Copersucar. São Paulo (n. esp.):1-5, dez. 1986.
2. GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P.C.T.; BALMER, E.; KIMATI, H.; CARDOSO, C.O.N. Manual de Fitopatologia, Doenças das plantas e seu controle. São Paulo, Ceres, V.1, 640p. 1980.

3. IAA/PLANALSUCAR.COEST. Área de Melhoramento. Projeto Controle de Doenças e Nematóides da Cana-de-Açúcar. In: Relatório anual, 1987. COEST, 1987.
4. IAA/PLANALSUCAR.COEST. Censo Varietal 1986. In: Informativo Sócio-econômico. Nº 10, junho, 1987.
5. MATSUOKA, S.; TOKESHI, H.; ZACARIAS, C.A.B. Determinação da reação à ferrugem (*Puccinia melenocephala* syd.) de variedades brasileiras de cana-de-açúcar, no exterior. CONGRESSO NACIONAL DA STAB. 4. Recife, 1987. Anais.
6. SORDI, R.A.; MASUDA, Y.; AGUILLERA, M.M.; MARTINS, S.; MATSUOKA, S. A ferrugem da cana-de-açúcar no Brasil. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 104(5 e 6):6-13, 1986.
7. SORDI, R.A.; MATSUOKA, S.; MASUDA, Y.; AGUILLERA, M.M. Sugarcane rust: a new problem to Brazil. Fitopatologia Brasileira, vol.13, 1988 (no prelo).
8. TOKESHI, H. Ferrugem da cana-de-açúcar. Epidemias, mecanismo de resistência e resistência de variedades brasileiras. Piracicaba, São Paulo, IAA/PLANALSUCAR.SUPER, 1984. 19p.

AGRADECIMENTOS

O autor registra os sinceros agradecimentos ao pessoal do Departamento Agrícola das usinas e fornecedores, pela colaboração prestada, aos colegas e técnicos agrícolas da Area Regional de Melhoramento da Coordenadoria Regional Leste do PLANALSUCAR, que colaboraram no acompanhamento da evolução da doença na região, e também ao colega Sizuo Matsuoka, pela revisão crítica e sugestões ao manuscrito.

DISPERSÃO DAS MOSCAS TACHINIDAE *Metagonistylum minense* E *Paratheresia claripalpis*, PARASITÓIDES NATIVOS DA *Diatraea saccharalis* EM CANA-DE-AÇÚCAR

*Paulo Sérgio Machado BOTELHO
**S. SILVEIRA NETO
*Eliana Aparecida MAGRINI
*Hélio José CASTILHO
***L.C.L. RESENDE

RESUMO

Esta pesquisa foi conduzida na Usina São João, município de Araras, São Paulo, no período de abril a setembro sobre a variedade SP71-1406, plantada em novembro de 1987, e teve por objetivo conhecer a capacidade de dispersão das espécies *Metagonistylum minense* e *Paratheresia claripalpis* em cana-de-açúcar.

A área experimental foi demarcada a partir de seu centro nas distâncias de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 metros. Nestas distâncias estabeleceram-se pontos amostrais em número de 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16, respectivamente.

Na primeira fase do experimento foram liberados adultos de *M. minense* e realizadas coletas de lagartas de *D. saccharalis* para avaliar o parasitismo na área experimental e na testemunha onde não houve liberação de parasitóides.

Na segunda fase, foram liberados adultos de *P. claripalpis* e coletado lagartas de *D. saccharalis*, conforme descrito acima.

Pelos resultados obtidos não foi possível calcular a dispersão das espécies *M. minense* e *P. claripalpis* em cana-de-açúcar, em virtude da pequena quantidade de parasitóides de ambas as espécies coletadas.

INTRODUÇÃO

Em programas de controle biológico o conhecimento da ocorrência natural dos parasitóides tem importância fundamental na orientação dos trabalhos. Assim, MENDES et alii[4] observaram na região Centro-Sul do Brasil, no período entre 1975 a 1977 que as espécies nativas *Metagonistylum minense* e *Paratheresia claripalpis* geralmente apresentam seus melhores desempenhos no período compreendido entre maio a outubro. Resultados semelhantes também foram obtidos por NOVARETTI et alii[5] na região de Macatuba, São Paulo e por RISCO[6] que apresentou dados médios de 8 anos do Estado de São Paulo para a espécie *P. claripalpis*.

Outro fator, o vôo de dispersão, que segundo JOHNSON[2] é executado dentro do próprio habitat à procura de alimento ou local para oviposição, sendo dependente de estímulos e não persistente, tem importância na orientação dos trabalhos de liberação dos parasitóides no campo.

De forma geral, os dípteros são bons voadores, existindo na literatura muitos exemplos que comprovam essa afirmação, embora os autores encontrem, as vezes, resultados bastante divergentes. Assim, STEINER et alii[7] observaram que a espécie *Ceratitis capitata* apresentou como distância máxima de vôo entre 19 a 22 km, enquanto que WAKID & SHOUKRY[8] observaram como sendo de 700 metros.

A presente pesquisa teve por objetivo conhecer a capacidade de dispersão das espécies *M. minense* e *P. claripalpis* em cana-de-açúcar.

* IAA/PLANALSUCAR, COSUL, Araras-SP.
** ESALQ/USP, Piracicaba-SP.
*** Usina São João, Araras-SP.

SUMMARY

To evaluate the dispersion capacity of the tacninid *Metagonistylum minense* and *Paratheresia claripalpis* in a sugar cane area a research was carried out at São João Sugar Mill, Araras, State of São Paulo, from April to September, with the sugar cane variety SP71-1406, which was planted in November, 1987. On the experimental area 7 circles at 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 64 meters far from the center were demarcated and 4, 6, 8, 10, 12, 14 and 16 sampling points were respectively established.
Adults (males and females) of *M. minense* and *P. claripalpis* were released at the ratio of 150 couples/ha, and some days after (from 18th to 22th day) larvae of *D. saccharalis* were colected at the sampling points and from a close check area, for the evaluation of the parasitism and so the parasite dispersion.
Due to few quantity of *M. minense* and *P. claripalpis* collected, it was impossible to determine their dispersion in the sugar cane area.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Usina São João, município de Araras, São Paulo, sobre a variedade SP71-1406, plantada em novembro de 1987.

O mesmo foi dividido em duas etapas, sendo que na primeira a área experimental (1,29 ha), foi demarcada a partir de seu centro nas distâncias de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 metros. Nestas distâncias estabeleceram-se pontos amostrais em número de 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16, respectivamente, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

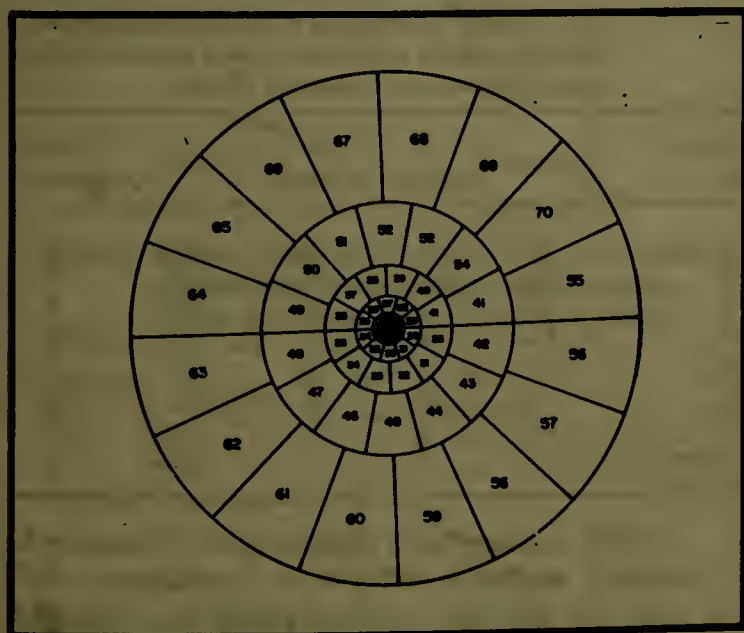



Figura 1. Número de pontos amostrados nos sete ciclos posicionados nas distâncias de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 metros a partir do centro. Araras-SP.

Em cada área (pontos) a ser amostrada foram colocados cinco conjuntos de três casais de *D. saccharalis* recém emergidos, criados em laboratório sobre dieta artificial de Hensley e Hammond modificada (MACEDO et alii)[3] visando assegurar uma alta infestação da praga. Nos pontos, os casais foram aprisionados em saco plástico, juntamente com as folhas verdes de uma planta de cana-de-açúcar, sendo retirados 10 dias após, período em que ocorreu a postura, o desenvolvimento do embrião e a eclosão das lagartas. Assim, foram colocados 1.050 casais nos 70 locais pré-determinados dentro da área experimental a receber a liberação da espécie *M. minense*. Em local próximo de mesma variedade e época de plantio instalou-se a testemunha, tendo-se colocado, ao acaso, 50 sacos com três casais por planta, conforme metodologia descrita anteriormente.

Vinte dias após a colocação dos adultos de *D. saccharalis* no campo, liberou-se no ponto central da área experimental 386 casais de *M. minense* (segundo PRECETTI)[*1], recém-emergidos obtidos junto à criação massal do laboratório da Usina São João.

No período compreendido entre o décimo oitavo e o vigésimo segundo dia após a liberação das *M. minense* realizaram-se cinco coletas (uma por dia) de lagartas de *D. saccharalis* procurando-se inicialmente nas canas previamente infestadas todo material biológico nela existente e quando não encontrado em canas próximas até a localização da lagarta na área demarcada (Figura 1).

Simultaneamente capturaram-se lagartas na testemunha.

Todo material foi levado ao laboratório e individualmente acondicionado (caixa plástica 5 cm ϕ x 2 cm altura) por ponto de coleta. No laboratório esse material foi transferido a outras caixas plásticas e alimentado com dieta artificial.

O material foi mantido em câmara de BOD regulada a 28 ± 1ºC e fotofase de 14 horas, tendo sido revisado aos 7, 14 e 21 dias após a coleta, quando foi eliminado.

Os dados obtidos foram agrupados por dia de coleta e no total para os cálculos de dispersão.

A primeira etapa do experimento iniciou-se em 27 de abril de 1988 e foi encerrada em 29 de julho de 1988.

A segunda etapa do experimento foi iniciada com a liberação de 386 casais de *P. claripalpis* recém-emergidos, obtidos junto ao laboratório de criação massal da Usina Santa Elisa, Sertãozinho, São Paulo. Adotou-se a mesma metodologia anterior, liberando-se as moscas no ponto central na mesma área utilizada para as liberações de *M. minense*.

(*1) PRECETTI, A.A.C.M. (Centro de Tecnologia COPERSUCAR, Piracicaba-SP), comunicação pessoal, 1988.

Nesta segunda etapa não se efetuou infestação artificial da área com *D. saccharalis*, por existir uma elevada população natural da praga nessa etapa do trabalho.

Os demais procedimentos foram os mesmos descritos para a espécie *M. minense*.

Esta segunda etapa teve início em 26 de julho de 1988 e encerrou-se em 02 de setembro de 1988.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas de I a V são apresentados os dados relativos as coletas de lagartas da *D. saccharalis* após a liberação de *M. minense*.

Tabela I. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (1ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	7	0	0	7	6
4	11	0	0	11	8
8	13	0	0	13	10
16	12	0	0	12	12
32	14	0	0	14	14
64	16	0	0	16	16
Testemunha	10	0	0	10	–

Tabela II. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (2ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	7	0	0	7	6
4	7	0	1	8	8
8	10	0	0	10	10
16	20	0	0	20	12
32	19	0	0	19	14
64	19	0	0	19	16
Testemunha	29	0	0	29	–

Tabela III. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (3ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	8	1	1	10	8
8	10	0	0	10	10
16	14	0	0	14	12
32	17	0	0	17	14
64	16	0	0	16	16
Testemunha	28	1	0	29	–

Tabela IV. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (4ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	5	0	0	5	4
2	7	0	0	7	6
4	10	0	0	10	8
8	10	0	0	10	10
16	13	0	1	14	12
32	14	0	0	14	14
64	17	0	0	17	16
Testemunha	29	1	0	30	–

Tabela V. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (5ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	8	0	0	8	8
8	10	0	1	11	10
16	12	0	0	12	12
32	15	0	0	15	14
64	17	1	0	18	16
Testemunha	32	0	0	32	–

Pelos resultados pode-se observar que foi pequena a quantidade de *M. minense* coletada para permitir o cálculo da dispersão segundo DOBZHASKY & WRIGHT[1]. Esses dados foram agrupados na Tabela VI, no total coletaram-se apenas dois pupários de *M. minense* na área experimental, o mesmo ocorrendo na testemunha.

Tabela VI. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Metagonistylum minense*. Araras-SP (Total).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	21	0	0	21	4
2	33	0	0	33	6
4	44	1	2	47	8
8	53	0	1	54	10
16	71	0	1	72	12
32	79	0	0	79	14
64	85	1	0	86	16
Testemunha	128	2	0	130	–

Quanto aos resultados obtidos após a liberação da *P. claripalpis*, tabelas de VII a XI, fato semelhante ocorreu, tendo no total sido coletados apenas cinco pupários na área experimental e um na testemunha (Tabela XII), quantidades também insuficientes para os cálculos de dispersão.

Tabela VII. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (1ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	7	0	0	7	6
4	9	0	0	9	8
8	10	0	0	10	10
16	12	0	0	12	12
32	13	1	0	14	14
64	16	0	0	16	16
Testemunha	30	0	0	30	–

Tabela VIII. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (2ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	8	0	0	8	8
8	10	0	1	11	10
16	10	1	1	12	12
32	11	2	2	15	14
64	18	0	0	18	16
Testemunha	30	0	0	30	–

Tabela IX. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (3ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	7	1	0	8	8
8	12	0	0	12	10
16	12	0	0	12	12
32	16	0	0	16	14
64	19	0	0	19	16
Testemunha	30	0	0	30	–

Tabela X. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (4ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	8	0	0	8	8
8	9	0	1	10	10
16	12	0	0	12	12
32	13	1	0	14	14
64	15	0	0	15	16
Testemunha	29	0	1	30	–

Tabela XI. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (5ª amostragem).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	4	0	0	4	4
2	6	0	0	6	6
4	8	0	0	8	8
8	10	0	0	10	10
16	12	0	0	12	12
32	13	1	0	14	14
64	16	0	0	16	16
Testemunha	31	0	0	31	–

Tabela XII. Formas biológicas coletadas nas diferentes distâncias e número de pontos amostrados após a liberação de *Paratheresia claripalpis*. Araras-SP (Total).

Distância (m)	Lagartas	*M. minense*	*P. claripalpis*	Total	Nº de pontos
1	20	0	0	20	4
2	31	0	0	31	6
4	40	1	0	41	8
8	51	0	2	53	10
16	58	1	1	60	12
32	66	5	2	73	14
64	84	0	0	84	16
Testemunha	150	0	1	151	–

Assim, apesar de ter-se procurado nesse trabalho desenvolve-lo, a princípio, no melhor período do ano (abril a setembro) para os parasitóides em estudo e de se ter liberado material que estava sendo produzido e liberado pelas Usinas São João *(M. minense)* e Santa Elisa *(P. claripalpis)*, os resultados não permitiram a recuperação de parasitóides suficiente para o conhecimento da capacidade de dispersão dessas espécies, à luz da metodologia utilizada.

Uma hipótese para justificar o ocorrido pode estar baseada na capacidade de dispersão dessas espécies ser acima da distância observada neste trabalho.

Outra hipótese a considerar foi o tempo que separou a emergência dos adultos até a maturação das larvas, que é de 10 a 12 dias em laboratório. Como os insetos eram provenientes de criação de laboratório, eles poderiam não estar perfeitamente adaptados às rápidas mudanças de temperatura, com amplitudes as vezes superiores a 20ºC, freqüentes na região nessa época do ano. Dessa forma, os adultos teriam morrido antes de estarem aptos a iniciar o processo de larviposição.

Deve ser ressaltado, entretanto, que a população de *D. saccharalis* existente na área durante a realização do experimento era grande, o número de parasitóides liberados estava dentro do recomendado, mas a praga deixou de ser parasitada.

Assim, sugere-se a realização de estudos a distâncias superiores a 64 metros de raio e de sobrevivência dos adul-

tos, uma vez que a simples presença do alimento (lagartas de *D. saccharalis*) em grande quantidade não foi suficiente para estimular a presença dessas moscas na área experimental.

CONCLUSÃO

Segundo a metodologia empregada no trabalho, não é possível calcular a dispersão das espécies *M. minense* e *P. claripalpis* em cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DOBZHANSKY, T. & WRIGHT, S. Genetics of natural populacions; X. Dispersion rates in *Drosophila pseudo-obscura*. **Genetics**, Austin, 28:304-40, 1943.
2. JOHNSON, C.G. **Migration and dispersal of insects by flight.** London, Methuen, 1969. 763p.
3. MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M.; DEGASPARI, N.; ALMEIDA, L.C.; ARAÚJO, J.R.; MAGRINI, E.A. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**; manual de instrução. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR.SUPER, 1983. 22p.
4. MENDES, A.C.; MACEDO, N.; BOTELHO, P.S.M. El programa nacional de control biológico de *D. saccharalis* (Fabr., 1794) en la region centro sur del Brasil. **Tecnologia GEPLACEA**, México, (7):1-45, 1978.
5. NOVARETTI, W.R.T.; TERÁN, F.O.; COLETTI, J.T.; CAMPANEZZI, A. **Relatório anual dos trabalhos de controle da broca na Açucareira Zillo-Lorenzetti S.A. – Usina São José.** Jaú, COPERSUCAR, 1980. 23p.
6. RISCO B., S.H. **A performance de *Paratheresia claripalpis* (Wulp.) (Dip.: Tachinidae) na região Neotropical.** Maceió, 1986. 90p.
7. STEINER, L.F.; MITCHELL, W.C.; BAUMHOVER, A.H. Progress of fuit fly control by irradiation sterilization in Hawaii and the Marianas Islands. **International Journal of Applied Radiation and Isotopes**, Elmsford, 13:427-34, 1962.
8. WAKID, A.M. & SHOUKRY, A. Dispersal and flight range of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wied. in Egypt. **Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie**, Hamburg, 81:214-8, 1976.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos às usinas São João e Santa Elisa, aos técnicos agrícolas João dos Santos Pinto e Pedro Roberto Cancian, às tecnologistas Rosana Maria Rossi Antognolli e Regina Célia Cândido e ao engº agrº Dr. Newton Macedo.

PROGRAMA NACIONAL DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

SUPERINTENDÊNCIA GERAL
Rua João Pedro Correa, 115, Stª Terezinha
PABX (0194) 33-5077 - CP 88 - Telex: 019/1281
CEP 13400 - Piracicaba - SP

COORDENADORIA REGIONAL SUL
Via Anhangüera, Km 174 - PABX (0195) 41-4711 - CP 153
Telex: 019/1872 - CEP 13600 - Araras - SP
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO OESTE DE SÃO PAULO
Rua Duque de Caxias, 851 - PABX (0186) 23-8059
CEP 16100 - Araçatuba - SP - Base Física - Valparaíso
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE SANTA CATARINA
Rodovia Stª Catarina, 486, Km 7 - Zona Rural
PABX (0473) 44-0050 - CP 102 - Telex: 047/3276
CEP 88300 - Itajaí - SC
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO NOROESTE DO PARANÁ
Parque de Exposições Presidente Arthur da Costa e Silva
BR 376 - Km 493 - Saída para Maringá
PABX (0444) 22-2714 - CP 657 - Telex: 444778
CEP 87700 - Paranavaí - PR
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO MATO GROSSO DO SUL
Rua Luiz Gama, 4 - PABX (0671) 382-3847
Telex: 067/2545 - CEP 79100 - Campo Grande - MS
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE MATO GROSSO
Rua Diogo Domingos Ferreira, 336 - Tel.: 322-3306
Telex: 652358 - CEP 78000 - Cuiabá - MT
Base Física - BR 364 - Km 292 - Jaciara - MT
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE GOIÁS
SCS - Edifício "JK", salas 87/88 - 8º andar
PABX (061) 223-0567 - CEP 70306 - Brasília - DF
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE BANDEIRANTES
Rodovia BR 369 - Km 47 - PABX (0437) 42-1337
CEP 86360 - Bandeirantes - PR
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE QUARENTENA DE ANHEMBI
Rodovia SP-147 - Km 25 - Tel.: (0149) 65-1131
CEP 18620 - Anhembi - SP
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE PRADÓPOLIS
Rodovia Mário Donegá, Km 26 - CP 31
CEP 14850 - Pradópolis - SP
ESTAÇÃO DE TESTES FITOPATOLÓGICOS DE JACAREÍ
A/C do Colégio Técnico Agrícola "Cônego José Bento"
Avenida 9 de Julho, 5 - Bairro do Avareí - CP 18
CEP 12300 - Jacareí - SP

COORDENADORIA REGIONAL NORDESTE
BR 104 - Km 85 - PABX (082) 261-1366 - CP 344
Telex: 082/1101 - CEP 57000 - Maceió - AL
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DA BAHIA
Rua Artur Costa e Silva, 2360 - Fone: (095) 242-2164
Telex: 0718159 (Banco do Brasil)
CEP 44230 - Amélia Rodrigues - BA
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE SERGIPE
Pça. General Valadão, s/nº - 2º andar - Edifício do Palace Hotel - PABX (079) 224-1846 - CP 126 - Telex: 0792/144
CEP 49000 - Aracaju - SE

COORDENADORIA REGIONAL NORTE
Rua Presidente Juscelino Kubistchek, s/nº
PABX (081) 621-0444 - CP 1888 - Telex: 081/1622
CEP 55810 - Carpina - PE
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DA PARAÍBA
Av. Epitácio Pessoa, 753 - PABX (083) 224-4227
e 224-1462 - CEP 58000 - João Pessoa - PB
Base Física - Camaratuba
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO MARANHÃO
Rua Padre Gerosa, 1142 - PABX (098) 521-1769
CEP 65600 - Caxias - MA - Base Física I - Caxias,
Base Física II - Monção - MA

COORDENADORIA REGIONAL LESTE
Estrada Campos - Goitacazes, s/nº
PABX (0247) 22-5505 - CP 355- Telex: 021/30558
CEP 28100 - Campos - RJ
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DE MACAÉ
Rodagem - Carapebus - Macaé
CEP 28700 - Macaé - RJ
(Correspondência a/c da própria Coordenadoria)

COORDENADORIA REGIONAL CENTRO
Rodovia Ponte Nova - Oratórios, Km 12
PABX (031) 881-1521 e 236-8625 - CP 342 - Telex. 021/50227
CEP 35430 - Ponte Nova - MG
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
Avenida Cipriano Del Favero, 726
PABX (034) 236-8477 e 236-8625; Base Física: 238-0113
Telex: 034/3252 - CEP 38400 - Uberlândia - MG
ESTAÇÃO EXPERIMENTAL REGIONAL DO SUL DE MINAS
Rua Antônio Celestino, 386-A - PABX (035) 521-3880
CP 153 - CEP 37900 - Passos - MG

planalsucar

TECNOLOGIA CANAVIEIRA

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO   INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL   DEPARTAMENTO DE ASSISTÊNCIA À PRODUÇÃO